



## GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

### TREBAJO FINAL DE GRADO

---

# USO CLINICO DE LAS PRUEBAS DE SALUD VISUAL EN PACIENTES CON GLAUCOMA. CONJUNTO DE CASOS.

**SANDRA GALERA MADUEÑO**

ROSA BORRÀS GARCÍA

MARIA ELVIRA PERIS MARCH

Departamento de óptica y optometría

Terrassa, 15 de Enero de 2018



## **GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA**

La Sra. Rosa Borràs García y la Sra. M. Elvira Peris March como directoras del trabajo.

### **CERTIFICAN**

Que la Sra. Sandra Galera Madueño ha realizado bajo su supervisión el trabajo “Uso clínico de las pruebas de salud visual en pacientes con glaucoma. Conjunto de casos” que se recoge en esta memoria para optar al título de Grado en Óptica y Optometría.

Y para que conste, firmamos este certificado.

Sra. Rosa Borràs García  
Directora del TFG.

Sra. M. Elvira Peris March  
Directora del TFG.

Terrassa, 15 de Enero de 2018

## **USO CLINICO DE LAS PRUEBAS DE SALUD VISUAL EN PACIENTES CON GLAUCOMA. CONJUNTO DE CASOS.**

### **RESUMEN**

Actualmente, el glaucoma es la neuropatía óptica más común en todo el mundo. Por otro lado, se siguen sin conocer algunos aspectos sobre esta enfermedad y su tratamiento.

El glaucoma deteriora las células ganglionares, de tal manera que dejan de ser funcionales, consecuentemente, el campo visual de los pacientes que lo sufren queda afectado para siempre produciendo ceguera periférica irreversible, que, en casos avanzados puede llegar a ser total. Aun así, gracias a los avances tecnológicos, cada vez existen más formas de diagnosticarlo y de valorar su progresión.

Uno de los objetivos de este trabajo es conocer que es el glaucoma, cuales son los factores de riesgo y que tipos de glaucoma se conocen. Otro de los principales objetivos es conocer y evaluar las diferentes pruebas de salud visual más relevantes en el diagnóstico, estudio y seguimiento del glaucoma. Se habla sobre la tonometría, la paquimetría ultrasónica, la gonioscopía, la retinografía, la campimetría computerizada y la tonometría de coherencia óptica. De todas ellas, se explica en qué consisten, como se debe realizar el examen y como se interpretan los datos obtenidos.

Por último, se exponen cuatro casos clínicos con diferentes particularidades, donde se puede ver la aplicación de las pruebas de salud visual en pacientes reales que padecen glaucoma. En todos los casos, inicialmente se explica la historia clínica del paciente, y posteriormente, se presentan algunos resultados de pruebas que se le han realizado durante la enfermedad. En este último apartado se puede ver de forma práctica cuales son las pruebas complementarias que se realizan y el criterio que se utiliza para el diagnóstico y seguimiento.

## ÚS CLÍNIC DE LES PROVES DE SALUT VISUAL EN PACIENS AMB GLAUCOMA. RECULL DE CASOS.

### RESUM

Actualment, el glaucoma és la neuropatia òptica més comú en tot el món. D'altra banda, encara es desconeixen alguns aspectes sobre aquesta malaltia i el seu tractament.

El glaucoma deteriora les cèl·lules ganglionars, de tal forma que deixen de ser funcionals, conseqüentment, el camp visual dels pacients que ho pateixen es veu afectat de forma permanent, produint ceguera perifèrica irreversible que en casos avançats pot arribar a ser total. Tot hi així, gràcies als avenços tecnològics, cada vegada existeixen més formes de diagnosticar el glaucoma i de valorar la seva progressió.

Un dels objectius d'aquest treball és conèixer que és el glaucoma, quins són els factors de risc i quins tipus de glaucoma es coneixen. Un altre dels objectius principals és conèixer i avaluar les diferents proves de salut visual més rellevants en el diagnòstic, estudi i seguiment del glaucoma. Es parla sobre la tonometria, la paquimetria ultrasònica, la gonioscopia, la retinografia, la campimetria computeritzada i la tomografia de coherència òptica. De totes aquestes, s'explica en què consten, com es realitza l'examen i com s'interpreten les dades obtingudes.

Per últim, s'exposen quatre casos clínics amb diferents tarannàs on es pot veure l'aplicació de les proves de salut visual en pacients reals que pateixen glaucoma. En tots els casos, inicialment s'explica la història clínica del pacient, y darrerament, es presenten alguns resultats de les proves que se'ls han realitzat durant la malaltia. En aquest últim apartat, es pot veure de forma pràctica quines son les proves complementaries mes adients en cada cas i el criteri que s'utilitza per decidir el diagnòstic i el seguiment.

## **CLINICAL USE OF VISUAL HEALTH TESTS IN PATIENTS WITH GLAUCOMA. CASES.**

### **ABSTRACT**

Currently, glaucoma is the most common neuropathy in the world. Otherwise, some aspects of this pathology and its treatment still remain unknown.

Glaucoma decays ganglion cells, thus they lose their functionality. Patients suffer a visual field loss which, once it has occurred, is permanent and can become total blindness. For this reason, early detection of the illness is very important.

Thanks to technological advices, many diagnostic and progression tools are being discovered.

One of the objectives of this work is getting to know glaucoma, their risk factors and which types of glaucoma are there.

Another of the main objectives is getting to know and evaluate the most relevant kinds of visual health test in diagnosis, study and following glaucoma disease. We will talk about tonometry, pachymetry, gonioscopy, retinography, computerized fieldimetry and optical coherence topography. It is explained in what they consist, how the test should be realized and how obtained data should be interpreted.

At last, four clinical cases, with different peculiarities, are exposed. We will see visual health tests application on glaucoma real patients. In all cases, first of all the clinic history of the patients exposed and later some results are shown and commented one by one. In this las section, we can see, in a practical way, which are the complementary tests realize in each case and the criteria used to diagnose, treat and follow each case.

# ENGLISH SUMMARY

## Introduction

Glaucoma is a degenerative eye disease extended all over the world. Currently some risk factors are known, which can favor disease development. The most extended risk factor is elevated intraocular pressure. Intraocular pressure is the pressure pressed by intraocular liquids towards the eye internal structures. Intraocular pressure must be between 11 – 21 mmHg.

Nowadays, thanks to visual health tests, this pathology can be diagnosed and controlled since its early stages. Complementary tests are techniques that allow us to know ocular structures state. There are different types of tests and each one of them provides very useful information.

## Objectives

This study's objectives are:

- Getting to know what is glaucoma and which types of glaucoma are there.
- Studying which are the risk factors.
- Selecting which visual health tests are the most useful and getting to know how are they used and how the results can be interpreted.
- Finally, presenting four clinical cases with different characteristics and learn the application of diagnostic tests in each case.

## Theoretical Part

The theoretical part of this study can be divided in two parts:

In the first part, we talk about glaucoma. Here we can find information like what is glaucoma, which are the risk factors and which types of glaucoma do we know.

Nowadays many varieties of glaucoma are known. In this study we picked information about the most common types.

- Primary open-angle glaucoma
- Primary angle closure glaucoma

- Secondary glaucoma: due to pigmentary dispersion syndrome, due to iridocorneal endothelial syndrome, neovascular glaucoma, traumatic glaucoma and corticosteroid glaucoma.
- Congenital glaucoma.

In the second part, we talk about preliminary tests and visual health tests that should be realized to patients with this pathology.

Preliminary tests exposed are: anamnesis, visual acuity, refraction and the slit lamp, to perform the study of the anterior pole.

Visual health exposed in this study are:

**1. Goldmann Tonometry:** This test reports on the intraocular pressure of the patient. Currently, it is the most used technique. It is very important to take into account the value of the tachymetry to assess the results.

**2. Ultrasonic pachymetry:** This test is used to know exactly the central corneal thickness, distance between the epithelium and the corneal endothelium. The average normality value corresponds to 540 - 580µm in the human eye. Among all its applications we can find: the determination of corneal hydration (corneal edema), control in corneal transplants and in the determination of intraocular pressure. In patients with corneas greater than 580µm, the central corneal thickness should be assessed in the calculation of the pressure (if this value is not taken into account, intraocular pressure will give an incorrect value, above the real one). On the other hand, in patients with corneas thinner than 540µm, the opposite will happen.

**3. Gonioscopy:** Gonioscopy is a diagnostic test that allows direct and dynamic observation of the ocular structures of the anterior segment. Gonioscopy is usually used in patients with glaucoma. By means of this test, the amplitude of the anterior chamber, the pigmentation located in the iridocorneal angle, the insertion of the iris and the configuration of the iris (concave, convex, flat or regular) can be observed. It is a very useful technique for the classification of glaucoma.

**4. Retinography:** Retinography has many uses in the field of ophthalmology. This test allows you to take photographs of the fundus with different filters and magnifications. In glaucoma, it is used to observe the optic disc (color) and the nerve fiber layer of the retina (blue light filter). It is very useful to assess the state in which glaucoma is found, and generally, it is related to computerized campimetry. It is also widely used for the diagnosis of some eye diseases such as diabetic retinopathy, toxoplasmosis, DEMA, choroidal nevus, etc.

**5. Computerized field mapping:** This is one of the most important tests in glaucoma. The function of computerized campimetry is to determine the sensitivity of an area, predetermined by the optometrist, of the central visual field of the patient. This test is useful for the evaluation of optical neuropathies such as glaucoma, among others. It allows to evaluate the loss of optic nerve fibers and the type of loss. Moreover, it is very useful to study the progression of the pathology.

**6. Optical coherence tomography:** This test is one of the most innovative at a technological level. It can be used for the examination of the anterior segment, or the posterior segment. In the examination of the posterior segment, it provides information about the thickness of the retina (macula) and the optic nerve. The representation of the results can occur in different ways, in 3D format or in a format (x, y). It evaluates the losses of the nerve fiber layer by comparing the images with its database. In addition, it calculates the progression of the disease in patients with pathologies such as glaucoma. The examination of the posterior segment provides information about the cornea, the anterior chamber (iridocorneal angle and depth), the iris and the lens. It is used to calculate the iridocorneal angle in the case of glaucoma. It is also used to evaluate the surgical treatments performed in patients with this pathology.

## Practical Part

In the practical part of this work, four real clinical cases, seen during the internship at Institut Comptal d'Oftalmologia (ICO) of Barcelona, are analyzed.

Four cases of different etiologies and characteristics have been chosen. The clinical history of the patient is explained from each of them, the tests that have been done



during the year 2017 together with the interpretation of these, and finally a conclusion of the case.

This last section of the work is very useful, since you can observe practically all the knowledge that is exposed in the theoretical part.

The first clinical case presented is about a patient with congenital glaucoma, the second case about a patient with Pyramidal Dispersion Syndrome. Third, a case of a patient with closed-angle glaucoma was chosen, and finally, an open-angle glaucoma.

In each of them you can see which are the most relevant tests and what their interpretations are.

## **Conclusion**

In conclusion, it can be determined that visual health tests are essential for the prevention, diagnosis, classification and monitoring of glaucoma, in addition to other diseases.

It is very important to carry out the appropriate tests in each case, since each of these gives us different information.

Thanks to the practical part of this work, the applications of all instruments can be understood. In addition, it also helps to know what are the most used treatments in each case and the visit guidelines depending on the state of glaucoma.

## AGRADECIMIENTOS

Ha sido un largo camino, pero parece que ya veo el final. Han sido unos años de mi vida llenos de altibajos, con experiencias increíbles y otras menos agradables. Aun así, me quedo con todo lo que he aprendido, vivido y conocido,.. Con todas las personas que me han aportado cosas buenas durante estos años, dentro y fuera de la universidad. También me quedo con todas las lecciones que he aprendido cuando no lo estaba haciendo del todo bien y con todas las alegrías que he celebrado cuando lo he hecho como debía.

Este trabajo es el resumen de cuatro años y medio de mi vida. Aunque aparentemente parezca un trabajo de optometría clínica, detrás hay mucho más de mí. Detrás está la alegría, la madurez y las ganas de superación que he recogido a lo largo de la carrera. Si bien, es verdad que he tenido momentos de tristeza e impotencia, me quedo con las ganas de superación e ilusión que he invertido.

Agradezco a todas aquellas personas que a lo largo de estos años me han aportado algo positivo para llegar hasta aquí. Pero sobre todo, me gustaría agradecer a mi madre y a mi chico, por saber llevarme en los momentos más críticos, por aconsejarme, apoyarme y sobre todo por creer siempre en mí.

Me gustaría dar las gracias también a mis amigos y al resto de mi familia, porque todos me han ayudado de alguna manera u otra a luchar hasta el final.

Agradecer también al equipo de optometristas de CEM, donde he realizado las prácticas de este trabajo. Durante la estancia de prácticas he aprendido mucho, mucho y mucho sobre optometría clínica. En especial a Fernando Sánchez, mi tutor de prácticas, y a Laura Capilla, gracias por la paciencia, motivación, y por la confianza que habéis depositado en mí.

Por último, agradecer a las directoras de este trabajo Rosa Borràs García y M. Elvira Peris March por la paciencia y los consejos que me han dado para que este sea un trabajo mejor.

Así, espero que todo aquél que lea este trabajo, pueda ver una parte de mí y del cariño y respeto con el que he lo he realizado.

¡A todos ellos, muchas gracias!

# Índice

1. Introducción.....	13
2. Glaucoma.....	14
2.1. Epidemiología.....	15
2.2. Drenaje del humor acuoso. Presión intraocular (PIO).....	15
2.3. Factores de riesgo .....	17
2.4. Tipos de Glaucoma y alteraciones.....	19
2.4.1. Glaucoma primario de ángulo abierto (GPAA) .....	20
2.4.2. Glaucoma primario de ángulo cerrado (GPAC).....	23
2.4.3. Glaucoma secundario .....	25
2.4.3.1. Glaucoma por Síndrome de dispersión pigmentaria (SDP) .....	25
2.4.3.2. Glaucoma por Síndrome endotelial iridocorneal (SICE) .....	27
2.4.3.3. Glaucoma neovascular (GNV) .....	28
2.4.3.4. Glaucoma traumático .....	29
2.4.3.5. Glaucoma por corticoides.....	30
2.4.4. Glaucoma congénito primario .....	30
3. Pruebas preliminares.....	32
3.1. Anamnesis .....	32
3.2. Agudeza Visual (AV) .....	32
3.3. Refracción.....	33
3.4. Lámpara de Hendidura .....	33
4. Pruebas de salud visual.....	36
4.1. Tonometría ocular.....	36
4.2. Paquimetría ultrasónica .....	39
4.3. Gonioscopía.....	41
4.4. Retinografía .....	47

4.5. Campimetría computarizada.....	50
4.6. Tomografía de coherencia óptica (OCT).....	58
4.6.1. OCT de segmento posterior.....	60
4.6.2. OCT de segmento anterior .....	61
5. Casos clínicos.....	63
5.1. Caso clínico nº1. Glaucoma congénito .....	64
5.2. Caso clínico nº2. Síndrome de dispersión pigmentaria .....	69
5.3. Caso clínico nº3. Glaucoma primario de ángulo cerrado. ....	74
5.4. Caso clínico nº4. Glaucoma primario de ángulo abierto. ....	80
6. Conclusiones .....	86
7. Implicaciones éticas, legales y de protección de datos .....	87
8. Bibliografía.....	88

# 1. Introducción

En el presente trabajo se expone un estudio sobre el glaucoma y las pruebas de salud visual más utilizadas para su diagnóstico, tratamiento y seguimiento.

El glaucoma es una neuropatía óptica degenerativa que afecta a millones de personas en todo el mundo. Se caracteriza por presentarse de forma silenciosa y asintomática en la mayoría de los casos.

Gracias a los avances tecnológicos, hoy en día, existen técnicas diagnósticas que ayudan a la detección temprana y tratamiento de esta patología.

En la parte teórica, se analizan cuáles son las pruebas de salud visual que aportan más información en el caso del glaucoma. Se presentan seis pruebas diagnósticas que, de cada una de ellas, se explica con detalle, cuál es su función, cómo se utilizan y como se interpretan los resultados.

En la parte práctica, se recogen cuatro casos clínicos de diferentes características. De cada uno de los casos se presenta la historia clínica del paciente y las pruebas de salud visual que se le realizan para el diagnóstico i/o seguimiento de la patología. Esta última parte, ayuda a comprender de forma aplicada los conceptos explicados en la parte teórica de la memoria.

Por tanto, la intención de este trabajo es conocer el glaucoma y las pruebas de salud visual que aportan más información en esta patología. Así, como reconocer e saber interpretar los resultados.

## 2. Glaucoma

El glaucoma es una neuropatía atrófica crónica del nervio óptico que se caracteriza por la degeneración progresiva de los axones de las fibras ganglionares de la retina y produciendo finalmente la muerte de estas. El deterioro de las fibras nerviosas produce un adelgazamiento del anillo neuroretiniano, que implica un aumento de la excavación de la papila óptica y la alteración del campo visual. Consecuentemente, el paciente experimenta la pérdida del campo visual periférico y en caso de no tratarse la pérdida de la fibras nerviosas puede llegar a producirle ceguera total (1).

Esta patología ocular puede tener diferentes causas, aun así, la más común es la hipertensión ocular, es decir, presión intraocular (PIO) elevada no controlada. La PIO es la presión que hay dentro del globo ocular y puede variar por diferentes causas que determinaran la etiología del glaucoma y, por tanto, el tipo de glaucoma del que se trata.

Actualmente, el glaucoma es la causa más frecuente de ceguera irreversible a nivel mundial. Según el Instituto de Microcirugía Ocular (IMO) lo padecen 60 millones de personas en todo el mundo y 1 millón de personas en toda España. Por otro lado, prácticamente el 50% de las personas que lo padecen no son conscientes de ello. Esto sucede porque es una enfermedad asintomática y en los estadios iniciales suele pasar desapercibida. Sin embargo, en estadios más avanzados de la patología, donde existe una gran pérdida de fibras nerviosas y una gran afectación del campo visual el paciente empieza a ser consciente de que existen problemas visuales (2)(3)(4).

En algunos casos también pueden llegar a presentar dolor cuando sufren un ataque agudo, en el caso del glaucoma de ángulo cerrado, y otros síntomas muy distintos en el caso del glaucoma congénito. En el apartado de los tipos de glaucoma se explicará con más detalle.

Afortunadamente, la mayoría de los casos llegan a controlarse, aun así, la visión perdida no puede llegar a recuperarse nunca.

## **2.1. Epidemiología**

Al tratarse de una enfermedad silenciosa, el glaucoma es una patología muy común, actualmente representa un 12,3% de cegueras irreversibles en todo el mundo, mientras que las cataratas representan un 47.8%, estas últimas tratándose de una ceguera reversible. (5).

El glaucoma tiene una elevada prevalencia entre personas de edad avanzada, además, también se refleja una mayor prevalencia en función de la procedencia étnica. En adultos mayores de 40 años de edad es mayor en personas de raza negra (5,6%) que en personas de raza blanca (1.7%).

Algunos estudios contemplan que la prevalencia de glaucoma entre las mujeres es mayor que en los hombres (el 55% afectadas por glaucoma de ángulo abierto, el 70% afectadas por glaucoma de ángulo cerrado y el 59% del total de personas que sufren glaucoma) (6).

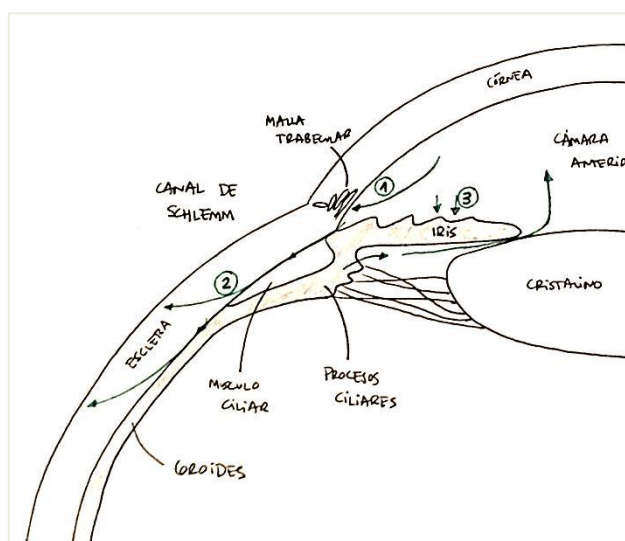
## **2.2. Drenaje del humor acuoso. Presión intraocular (PIO)**

Presentar una buena función visual implica que las distintas estructuras oculares estén y funcionen correctamente. Los medios oculares deben ser transparentes. Para ello, es imprescindible que todos los tejidos oculares estén bien nutridos y, que a su vez, no exista la presencia de vasos en algunas estructuras como la córnea y el cristalino, ya que éstos deben ser totalmente transparentes. El responsable de mantener la transparencia del cristalino y la córnea es el humor acuoso (HA), ya que estas estructuras carecen de aporte sanguíneo (7)(8).

El HA es un líquido transparente procedente de la ultrafiltración del plasma sanguíneo que se encuentra en el interior de la cámara anterior (entre córnea e iris) y la cámara posterior (entre iris y cristalino) del globo ocular. El HA se forma en el epitelio ciliar que recubre los procesos ciliares. Éste sale de los procesos ciliares se distribuye por la cámara posterior, aportando así los nutrientes necesarios al cristalino. Posteriormente pasa hacia la cámara anterior a través de la pupila nutriendo, por tanto, toda la superficie corneal posterior. Finalmente, se drena en gran parte por la malla trabecular y otras vías de drenaje secundarias (9) (*Ilustración 2.1*).

Las vías de drenaje del HA son:

1. Vía trabecular: Es la vía convencional de drenaje más efectiva. Se encarga aproximadamente del drenaje del 90% del total. El HA atraviesa la malla trabecular y el canal de Schlemm y finalmente pasa al sistema venoso. Ésta es una vía de drenaje que depende de la presión del ojo.
2. Vía uveoescleral: Es una vía de drenaje no convencional. Se encarga del drenar casi el 10% del HA restante. Esta vía no drena en función de la presión.
3. Vía iridiana: También es una vía de drenaje no convencional. Aun así, es la menos relevante. Ésta tampoco depende de la presión.



*Ilustración 2.1. Circulación y vías de drenaje del humor acuoso en la cámara anterior. 1- Vía trabecular / 2 - Vía uveoescleral / 3 – Vía iridiana.*

Debemos tener en cuenta que la tasa de producción de HA es de entre 2 – 2,5 microlitros/min. Se produce un recambio total del HA en aproximadamente entre 90 - 100 minutos. Por tanto, por cada minuto que pasa, se recambia un 1% del volumen total de HA (8).

A nivel clínico, se valorará la relación entre la producción y el drenaje del HA ya que esta compromete la llamada **presión intraocular (PIO)**. Cabe decir, que la secreción de HA es completamente independiente a la PIO. Es decir, el HA se produce indistintamente al valor de la PIO.

El rango de normalidad de la PIO debe oscilar entre 11 y 21 milímetros de mercurio mmHg. Por otro lado, un paciente con un valor de PIO mayor no comporta un glaucoma, siempre y cuando no existan alteraciones en el nervio óptico, y de forma



inversa, un paciente con un valor de PIO dentro de la normalidad no se encuentra exento de sufrir glaucoma (8).

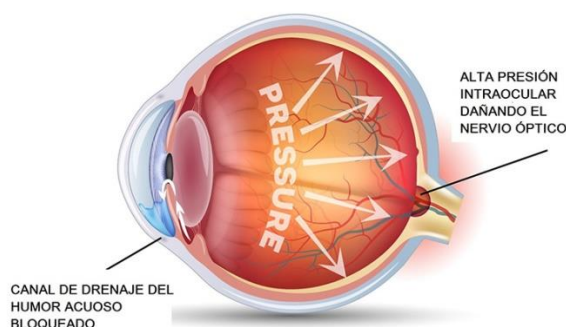
## 2.3. Factores de riesgo

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) un factor de riesgo es cualquier riesgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión (10). En el caso del glaucoma se conocen algunos factores de riesgo que pueden favorecer o bien desarrollar esta enfermedad. Aun así, todos tenemos riesgo de sufrirlo.

- La **presión intraocular (PIO) elevada** es uno de los factores de riesgo más relevantes en el glaucoma. Se debe evaluar de forma individual en función de cada persona. Aun así, la hipertensión intraocular es un factor de riesgo, no una condición.

Con la edad es frecuente el aumento de la PIO. Este aumento puede darse por multitud de factores, aun así, generalmente suele ser por un mal drenaje del HA, o bien, por una secreción excesiva de éste (11).

La PIO elevada provocada por un mal drenaje del HA viene dada un desplazamiento del cristalino hacia la cámara anterior produciendo un cierre del ángulo iridocorneal (ángulo camerular). El HA se acumula en la cámara posterior provocando un aumento de la presión. Posteriormente, el vítreo presiona de forma excesiva la retina y al nervio óptico. Así, las fibras del nervio óptico se dañan y con el tiempo mueren.



*Ilustración 2.2. Canal de drenaje bloqueado por un exceso de HA. PIO elevada que daña el tejido neuroretiniano (11).*

- La mayoría de los meta-análisis que estudian los factores de riesgo del glaucoma contemplan la **edad avanzada** como el factor de riesgo por excelencia (1). En pacientes

de 40 años es importante empezar a valorar la PIO, ya que empieza a ser una edad de riesgo. A los 60 años de edad el riesgo de sufrir glaucoma se multiplica por seis (12).

- La **etnia** es también un factor de riesgo importante. Las personas de ascendencia africana tienen mayor riesgo de sufrir glaucoma de ángulo abierto. Éstos suelen tener una profundidad de cámara anterior más grande de lo habitual. Por otro lado, las personas de ascendencia asiática parecen tener un mayor riesgo de sufrir glaucoma de ángulo abierto (1). Éstos últimos, relacionados con una pequeña profundidad de la cámara anterior.

- Los **errores refractivos elevados** también son un factor de riesgo muy común. Las personas con miopía magna, tienen un mayor índice de prevalencia de sufrir glaucoma de ángulo abierto. En estos casos se debe analizar el estado de la papila del nervio óptico, ya que el valor de la PIO puede ser normal. La miopía magna puede producir alteraciones en el nervio óptico, por tanto, se deben diferenciar las alteraciones típicas de la papila por una elevada miopía, como son una excavación inclinada y el creciente coroideo, de una papila glaucomatosa (1).

En el caso de la hipermetropía elevada, también existe un mayor riesgo de sufrir glaucoma. Generalmente, los hipermétropes a partir de las 6,00D suelen manifestar microcórneas. Este factor conlleva que el ángulo camerular sea estrecho, aumentando por tanto, el riesgo de sufrir glaucoma de ángulo cerrado. Aun así, sucede en menor medida.

- Tener familiares que hayan sufrido glaucoma, la **genética**, también es un factor de riesgo a tener en cuenta. Por ese motivo, es muy importante realizar una anamnesis completa a todos los pacientes.

- También se debe valorar la influencia del espesor corneal. Los individuos con un **espesor corneal reducido** pueden presentar valores de PIO alterados (1). El tonómetro está calibrado teniendo en cuenta un espesor corneal promedio estadístico, por tanto, en personas que tienen espesores corneales inferiores a los que contempla el tonómetro, los valores que se obtendrán serán inferiores a los reales. En estos casos, se corre el riesgo de no detectar un posible caso de glaucoma a tiempo.

De forma inversa pasa en las personas con un espesor corneal mayor de lo normal. Los valores que se obtendrán serán superiores respecto los reales, y por tanto, se podría diagnosticar una falsa hipertensión.

Es importante tener en cuenta el espesor corneal de los pacientes en caso de dudas, éste se puede medir realizando una paquimetría ultrasónica (Apartado 4.2). Se considera que un valor corneal central es reducido cuando es menor de 580 micras.

- Por otro lado, las **lesiones traumáticas** pueden ser también una causa secundaria de glaucoma. Las lesiones traumáticas que producen moratones y hemorragias internas pueden alterar el sistema de drenaje del HA aumentando a su vez los valores de la PIO, poniendo en riesgo al paciente de sufrir glaucoma un tiempo más tarde del trauma (13).
- Además, algunas patologías como la **hipertensión arterial y la diabetes**, que pueden alterar el sistema vascular de la retina, también son factores de riesgo importantes que debemos valorar.
- Finalmente apuntar que los tratamientos con **corticoides** sean administrados por vía tópica, sistémica por inhalación o inyección también puede ser un factor de riesgo secundario.

Algunos estudios contemplan que el sexo del paciente también puede ser un factor de riesgo, determinando que las mujeres tienen un factor de riesgo mayor de sufrir glaucoma que los hombres. Aun así, no existe evidencia científica (6).

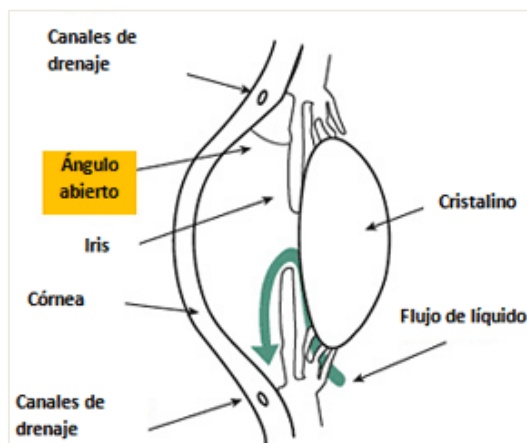
## 2.4. Tipos de Glaucoma y alteraciones

Se conocen distintas formas de presentación de esta patología, en ocasiones se debe a la anatomía del iris, y en otras a factores de riesgo externos que pueden alterar las condiciones del globo ocular. A continuación, se explican las tipologías y las alteraciones que éstas producen en personas que sufren glaucoma.

El glaucoma primario se asocia a la morfología del globo ocular de forma ajena a enfermedades sistémicas y oculares. Por ese motivo, suele presentarse de forma bilateral. Esta forma puede presentarse como glaucoma primario de ángulo abierto, o bien, glaucoma primario de ángulo cerrado. Diferenciándose por el motivo principal que la causa.

### 2.4.1. Glaucoma primario de ángulo abierto (GPAA)

El GPAA o glaucoma crónico simple es la forma de presentación más común de esta enfermedad. Se produce cuando el sistema de drenaje de HA se vuelve ineficiente con el tiempo. Produciendo la obstrucción lenta y progresiva de los canales de drenaje y consecuentemente un aumento de la PIO (14)(2). Hoy en día, aún se desconoce la causa que lo produce.



*Ilustración 2.3. Ángulo camerular abierto en un caso de GPAA (13).*

Suele presentarse en adultos mayores de los 40 años. La edad parece ser un factor de riesgo mayor que la PIO elevada. El 25-50% de los pacientes con GPAA tienen antecedentes familiares con glaucoma.

El GPAA es una enfermedad asintomática cuando se encuentra en estadios incipientes. Cuando la enfermedad progresa la pérdida del campo visual periférico se hace cada vez más evidente. Hasta que en estadios tardíos, el paciente puede llegar a perder la visión central (14).

El signo principal es la atrofia glaucomatosa de la papila óptica junto con la pérdida del campo visual. Suele presentarse en personas con un ángulo camerular (iris - córnea) abierto, además de, una cámara anterior amplia y un valor de PIO superior de 21mmHg. La anatomía del iris también es un factor relevante. Se conoce que las personas con un iris cóncavo (q) suelen tener mayor riesgo de sufrir GPAA.

Actualmente, no existe cura para el glaucoma, por ese motivo, el pronóstico del GPAA irá en relación al momento en que sea diagnosticado. Por tanto, un diagnóstico precoz podrá prevenir la evolución de la enfermedad (2).

Existen diferentes opciones de tratamiento, aun así, todos tienen como objetivo la disminución de la PIO. Algunos actúan sobre la disminución de la secreción del HA y otros sobre el aumento de drenaje de este.

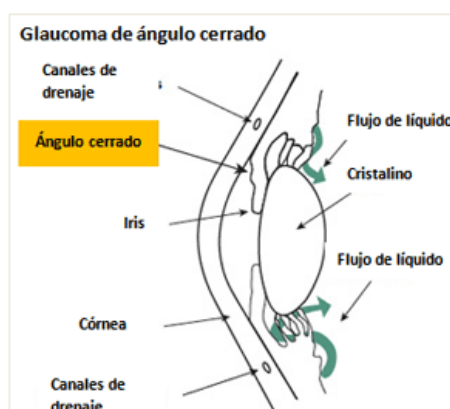
Los tratamientos son muy variados, ya que el médico puede prescribir desde gotas (tópicos) o tratamiento sistémico hasta cirugía. En ocasiones también suelen combinarse. Aun así, el tratamiento será diferente para cada paciente y deberá regularse a lo largo de toda su vida (***Tabla 2.1***).

Tratamientos		Efecto principal	Efectos adversos
<b>Fármacos que disminuyen la PIO disminuyendo la producción del HA</b>	<b>Beta-bloqueantes</b> (Timol, levobunolol, carteolol, betaxolol)	Disminuyen la PIO entre un 20 -30 %.	Efectos respiratorios y cardiovasculares graves. Contraindicados en asmáticos y cardiopatas.
	<b>Alfa 2- adrenérgicos</b> (Brimonidina)	Disminuyen la PIO entre un 20 %.	Elevado nivel de alergias.
	<b>Inhibidores de la adrinasa carbonica , IAC</b>  ( <u>Sistémicos</u> : Acetazolamida)  ( <u>Tópicos</u> : Dorzolamida, brinzolamida,)	<u>Sistémicos</u> : disminuyen la PIO entre un 30 %.  <u>Tópicos</u> (Asociados a otros hipotensores): Disminuyen la PIO entre un 12-18 %.	<u>Sistémicos</u> : Posibilidad de efectos secundarios.  <u>Tópicos</u> : Tienen un efecto neuoprotector.
<b>Fármacos que disminuyen la PIO aumentando el drenaje del HA</b>	<b>Parasimpático-miméticos (muscarínicos)</b>  (Pilocarpina 2% por vía tópica)	Facilita el drenaje por la malla trabecular.	Solo se utiliza en casos puntuales. Efectos secundarios sistémicos y oculares como: cefaleas, espasmo Ac, disminución de la AV nocturna, entre otros.
	<b>Prostaglandinas</b> (Latanoprost, bimatoprost, travoprost por vía tópica.	Facilita el drenaje por el músculo ciliar, vía uveo-escleral.  Disminuye la PIO un 30 %. También aumenta la pigmentación del iris.	Puede producir ojo rojo debido a la dilatación de los vasos de la superficie ocular.
<b>Tratamiento láser</b>	<b>Trabeculoplastia con láser argón</b>  * El láser argón quema, también se utiliza para la fotocoagulación retiniana.	Facilita el drenaje actuando sobre la malla trabecular.	Disminuye su efecto a largo plazo.
<b>Tratamiento quirúrgico</b>	<b>Trabeculectomía</b>  *En casos especiales donde el estado de la conjuntiva o del ángulo no permita hacer la traneculectomía se implantan válvulas de drenaje.	Se abre una vía de drenaje para el HA en el espacio subconjuntival a través de una fístula escleral.	Riesgos postquirúrgicos.

Tabla 2.1. Tratamientos utilizados para el GPAA y para el GSAA.

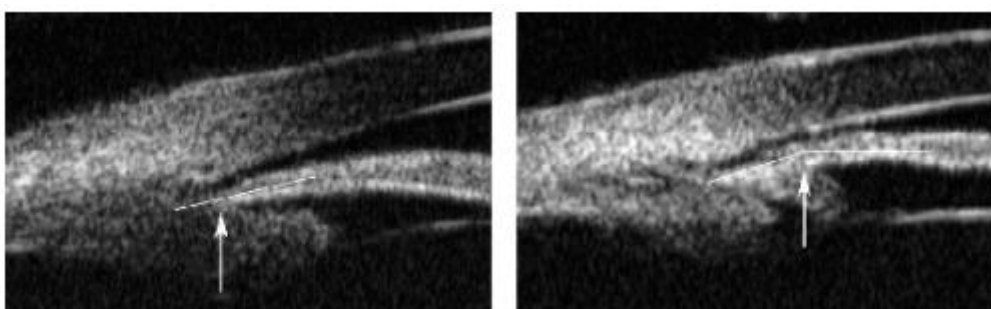
### 2.4.2. Glaucoma primario de ángulo cerrado (GPAC)

El GPAC se produce por la obstrucción de drenaje del HA debido al cierre del ángulo por el iris periférico. Es el único tipo de glaucoma que produce síntomas. También evoluciona de forma progresiva, aun así, el paciente con GPAC puede presentar ataques agudos. Un ataque agudo de GPAC se da de forma unilateral cuando hay un aumento repentino de la PIO producido por un cierre total o parcial del ángulo camerular. Durante un ataque agudo la PIO puede pasar de un valor de PIO normal a un valor de 50 – 80mmHg. Esta subida repentina, provoca dolor agudo (15).



*Ilustración 2.4. Ángulo camerular cerrado en un caso de GPAC (13)*

Los pacientes que presentan esta patología tienen cámaras anteriores estrechas y al igual que en el GPAA, la anatomía del iris también favorece esta patología. Se conoce que las personas con riesgo de sufrir GPAC tienen un iris platoide o en meseta (s), que se caracteriza por adoptar una forma convexa desde la raíz del iris.



*Ilustración 2.5. Comparación de un iris regular con un iris platoide (14).*

La mayoría de los pacientes que sufren este tipo de glaucoma suelen enterarse de su enfermedad cuando acuden a urgencias por un ataque agudo de GPAC. Los síntomas

típicos de un ataque agudo debido a un bloqueo del HA son: dolor agudo, náuseas, vómitos, visión borrosa, ojo rojo (4).

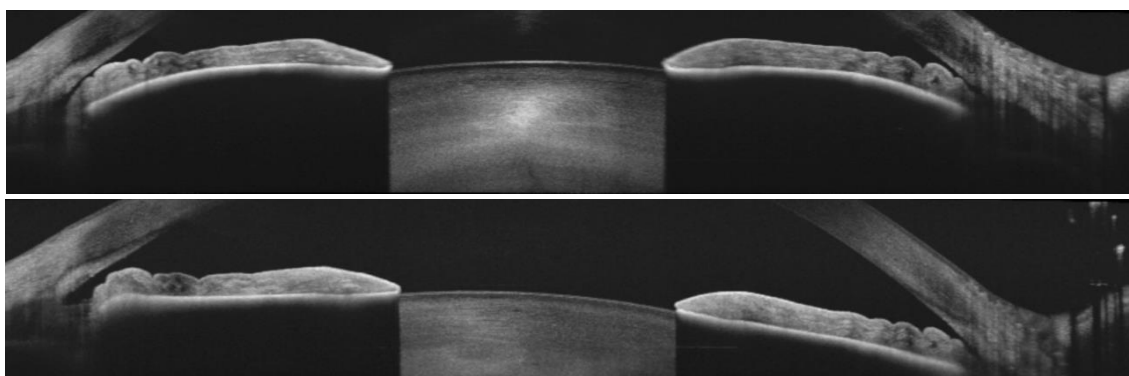
También encontraremos signos característicos de esta patología como: córnea edematosa, pupila midriática y arreactiva, quémosis conjuntival, cámara anterior estrecha, ángulo iridocorneal y malla trabecular no visibles además de una PIO muy elevada.

Un ataque agudo conlleva una afectación severa de las fibras nerviosas del nervio óptico y una pérdida de campo visual importante para el paciente. El ataque agudo en el GPAC también tiene otras consecuencias posteriores al ataque como la atrofia del iris (sinequias posteriores) y la opacidad del cristalino.

Por lo que hace al tratamiento del GPAC, en caso de un paciente que sufre un ataque agudo, es importante normalizar cuanto antes la PIO. Para ello, en estos casos de urgencia se utiliza una rutina pautada:

1. Solución hipertónica de Mantilol al 20% por vía endovenosa
2. Instilación de colirio de Pilocarpina.
3. Instilación de corticoides para evitar sinequias.
4. Iridectomía con láser Yang (si el edema corneal lo permite), para solucionar el problema a nivel fisiopatológico.

Posteriormente, para evitar que el paciente vuelva a sufrir un bloqueo en cualquiera de los ojos se le realiza una iridectomía con láser Neodimio-Yang en AO y se le receta de forma pautada por el médico especialista la instilación de Pilocarpina.



*Ilustración 2.6. Iridotomía periférica con láser Yang. Comparación OCT de segmento anterior antes y después de la realización de la iridotomía periférica. \*El láser Neodimio-Yang rompe la estructura del iris.*



### 2.4.3. Glaucoma secundario

El glaucoma secundario es siempre producido como consecuencia de un factor externo el cual altera las condiciones de un ojo sano. El glaucoma secundario puede tener etiologías muy diversas. En este caso el glaucoma suele presentarse de forma unilateral o asimétrica. A continuación, se explican con detalle alguno de los tipos más habituales.

#### 2.4.3.1. Glaucoma por Síndrome de dispersión pigmentaria (SDP)

El SDP se caracteriza por la liberación y deposición difusa del pigmento del iris en toda la cámara anterior y posterior. El SDP está causado por el frotamiento mecánico de la cara posterior del iris contra la cara anterior del cristalino asociado a la respuesta a la luz. Este suele ser el resultado de un excesivo abombamiento periférico del iris, *iris cóncavo* (*q*). También puede asociarse a la consecuencia de un epitelio pigmentario anormal y más susceptible a la liberación de melanina (16).

En cualquier caso, los gránulos de pigmento son liberados al interior del HA, siendo dispersados y depositados en todas las estructuras de la cámara anterior y cuerpo ciliar.

Con el tiempo, la acumulación del pigmento en las estructuras oculares produce una obstrucción pigmentaria de la malla trabecular, degenerando en colapso y esclerosis (16).

Por lo que hace a la sintomatología de este síndrome, los pacientes no presentan síntomas claros hasta que la patología se encuentra en estadios avanzados derivando en un glaucoma de ángulo abierto. Aun así, algunos pacientes pueden llegar a percibir visión borrosa y halos de luz (17).




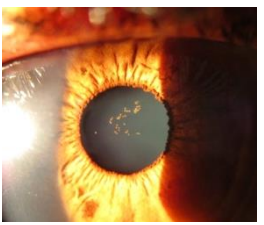
Los signos más frecuentes del SDP se pueden observar mediante la lámpara de hendidura en el SDP son los que se muestran en la (*Tabla 2.2*).

Parte de los depósitos de melanina son fagocitados por el endotelio trabecular. Cuando se da una cantidad de depósitos considerable estas células se agotan debido a la sobrecarga de pigmento, migrando a los haces trabeculares o bien sufriendo autólisis.

Llegado a este punto, los gránulos de pigmento del iris acaban obstruyendo la malla trabecular impidiendo el drenaje del HA. Consecuentemente, se produce un aumento de la PIO que puede dañar la capa de fibras nerviosas de la retina y del nervio óptico (17).

La evolución del SDP deriva en glaucoma pigmentario en estadios muy avanzados de la enfermedad. El 50% de los casos de SDP se produce glaucoma pigmentario.

Parece ser que este síndrome tiene una base hereditaria, en pacientes blancos se ha determinado que se trata de un trastorno autosómico dominante.

Estructura	Tipo de iluminación	Signo	Imagen
<b>Córnea</b>	Retroiluminación indirecta	<u>Huso de Krukenberg</u> : Distribución vertical de pigmento en el centro del endotelio. Resulta de la unión vertical de corrientes del HA.	
<b>Iris y pupila</b>	Transiluminación directa	Pérdida de pigmento del iris.  Alteraciones asimétricas de la pupila, anisocoria.	
<b>Cámara anterior</b>	Iluminación directa en sección óptica	Apariencia profunda. Pueden llegar a verse gránulos de melanina en suspensión sobre el HA.	
<b>Cristalino</b>	Iluminación indirecta proximal	Depósitos de pigmento en la cara anterior del cristalino. <u>Línea de Scheie</u> : Línea formada por pigmento en el lugar de la adhesión vitreolenticular.	

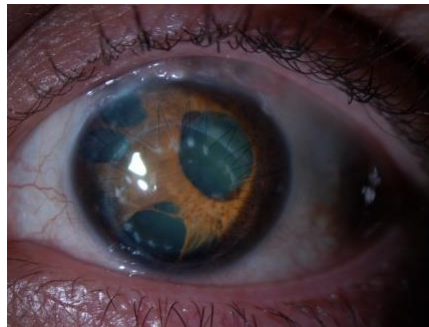
*Tabla 2.2. Tabla de los signos que se observan con la lámpara de hendidura en pacientes con Síndrome de dispersión pigmentaria (16) (18).*

Otros signos que se deben valorar en el SDP son la inestabilidad en la PIO y el pigmento acumulado que se deposita de forma progresiva en la unión entre el cristalino y la zónula ciliar posterior, se puede observar mediante la gonioscopía.

Los tratamientos que se utilizan para el SDP son los mismos que se realizan para el GPAA, se centran en la reducción de la PIO. Actualmente, no existen tratamientos que actúen sobre la liberación y dispersión del pigmento del iris.

#### **2.4.3.2. Glaucoma por Síndrome endotelial iridocorneal (SICE)**

El síndrome ICE es un trastorno de endotelio corneal compuesto por el síndrome de Chandler, síndrome de Cogan- Reese y la atrofia del iris. En cada caso, las características son clínicamente distintas. Por otro lado, la PIO es normal en cualquiera de los casos (19).



*Ilustración 2.7. Atrofia del iris y edema corneal por síndrome ICE (19).*

El síndrome de Chandler es el subtipo más común. Representa hasta el 50% de los casos de este síndrome. Este subtipo se caracteriza por la presencia de un edema corneal asociado a la distrofia del endotelio. El diagnóstico de este subgrupo es difícil y fácilmente confundido con otras patologías corneales. No es común relacionarlo con la atrofia del iris. En estos casos inicialmente se actúa sobre el edema corneal por tal de prevenir la opacidad permanente de la córnea (20)(19).

El síndrome de Cogan- Reese o Iris nevus es característico por sus signos. Aparecen nódulos en la superficie anterior del iris. En este caso, atrofia del iris tampoco es habitual (19).



*Ilustración 2.8. Nódulos de Cogan-Reese por síndrome ICE (19).*

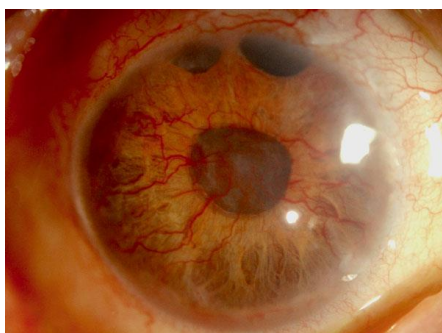
Afecta generalmente a mujeres jóvenes y se caracteriza por producir atrofia del iris, sinequias anteriores, edema corneal, distorsión papilar, y en el peor de los casos, puede derivar en glaucoma secundario de ángulo cerrado.

El síndrome ICE en cualquiera de sus subtipos puede resultar en un glaucoma de ángulo cerrado. En estos casos, los casos más leves se tratan con tratamiento tópico en forma de colirios. Otro lado, en los casos más severos se recurre a la cirugía (19).

#### **2.4.3.3. Glaucoma neovascular (GNV)**

El GNV es un glaucoma secundario producido por la falta de oxígeno crónica de la retina. La hipoxia del tejido retiniano conlleva la producción de nuevos vasos sanguíneos (neovascularización) que crecen para transportar oxígeno a las zonas de hipoxia. Éstos pueden llegar a localizarse sobre el iris incluso sobre la malla trabecular.

Si el crecimiento de neovascularización anormal persiste puede llegar a provocar la obstrucción de los canales de drenaje del HA, desencadenando un aumento de la PIO que puede causar la pérdida progresiva de la agudeza visual del paciente (21) (22).



*Ilustración 2.9. Neovascularización del iris (63).*

Cuando el tejido vascular acaba invadiendo por completo la malla trabecular se produce el cierre del ángulo camerular, produciendo un glaucoma secundario de ángulo cerrado a la vez que un serio aumento de la PIO. Ésta es la situación más grave en la que puede desembocar. El paciente sufre la misma sintomatología que los pacientes con GPAC.

Los signos que se observan es el crecimiento anormal de vasos sanguíneos en zonas como el iris, trabéculo y retina. Estos signos se pueden observar con la lámpara de hendidura. También es conveniente realizar al paciente una retinografía del fondo de ojo para controlar posibles alteraciones de la retina.

El GNV es común en personas con diabetes mellitus, en la que la proliferación de vasos por toda la retina es característica por su fragilidad y tendencia a producir hemorragias retinianas. En otros casos, como la obstrucción de la arteria central de la retina, tumores intraoculares, desprendimiento de retina entre otros procesos es inflamación junto a isquemia, también se puede desarrollar este tipo de glaucoma (21) (22).

El tratamiento del GNV tiene como objetivo el control de la PIO (colirios) y la mejora de la oxigenación y nutrición de la retina. El tratamiento que se utiliza para evitar la rotura de los nuevos vasos, y por tanto, prevenir hemorragias retinianas es la fotocoagulación panretiniana (22).

En los casos más evolucionados también realizan la trabeculectomía o la implantación de válvulas para reactivar y mejorar el drenaje del HA.

#### **2.4.3.4. Glaucoma traumático**

El glaucoma traumático es la consecuencia a un trauma ocular que se puede dar de forma inmediata o a largo plazo, tras años de la contusión.

Puede tratarse de un traumatismo perforante o no perforante. Cuando se trata de un **traumatismo no perforante o cerrado** lo más habitual es que el cuerpo ciliar quede dañado produciendo una hemorragia interna. La hemorragia interna puede llegar a aumentar la PIO de forma brusca o progresiva. Los traumas típicos que producen este tipo de traumatismo suelen estar relacionadas con algunos deportes como el golf, el boxeo o el béisbol (23).

Los canales de drenaje dañados se acaban convirtiendo en cicatrices que posteriormente también bloquearan el flujo del HA pudiendo inducir glaucoma de recesión angular con el tiempo. Este suceso, se puede dar tras de varios años de la lesión. La recesión angular es una secuela frecuente en los traumatismos oculares no perforantes o cerrados.

Por otro lado, en los **traumatismos perforantes o abiertos** las lesiones son causadas por un objeto externo que al colisionar con el ojo produce una herida. En este caso, la PIO se reduce en el momento de la contusión. Cuando la herida cicatriza, pueden producirse hemorragias internas produciendo, en este caso, un aumento de la PIO.

El glaucoma traumático producido por este tipo de contusión se trata desde el inicio de la contusión con cortisona, antibióticos e incluso cirugía (23).

#### **2.4.3.5. Glaucoma por corticoides**

La cortisona es una hormona corticoesteroide que se utiliza para suprimir el sistema inmunitario, y por tanto, reducir la respuesta inflamatoria y el dolor. Ésta, se prescribe de forma habitual ya que es un fármaco polifacético.

El consumo de corticoides en tratamientos prolongados puede desarrollar un aumento de la PIO. El glaucoma inducido por corticoides es un glaucoma secundario de ángulo abierto causado por el uso de corticoides, ya sea por vía tópica, sistémica, por inhalación o inyección. Aun así, la vía de administración que más se asocia a esta patología es la vía tópica (24).

Para prevenir el efecto secundario de la cortisona sobre la PIO, idealmente, se debe hacer el seguimiento de la PIO del paciente durante diferentes momentos del tratamiento de cortisona (24) .

#### **2.4.4. Glaucoma congénito primario**

El glaucoma congénito primario es una patología poco frecuente de herencia predominante autosómica dominante, que afecta a 1 de cada 30.000 niños recién nacidos produciéndoles una pérdida visual severa e irreversible (25)(26).

En el glaucoma congénito primario existe un defecto congénito en el desarrollo de la malla trabecular y las estructuras angulares, no asociado a otras anomalías oculares o enfermedades sistémicas. Como consecuencia, se produce el aumento de la PIO y el consiguiente daño de las fibras del nervio óptico (26). Es frecuente la asociación del glaucoma congénito con otras anomalías cromosómicas.

Esta patología infantil se manifiesta entre el momento del nacimiento y los tres años de vida. Los primeros síntomas se manifiestan durante los primeros meses de vida. Por tanto, los padres son los primeros que perciben si el niño tiene los primeros signos y síntomas característicos de este tipo de glaucoma, como: parpadeo, blefaroespasma, fotofobia, epifora e hiperemia conjuntival (25).

Cuando la neuropatía evoluciona, aparecen nuevos signos asociados al aumento de la PIO. Los ojos aparentan un aspecto mayor del normal (bftalmia), este signo se puede dar de forma unilateral o bilateral. También se puede apreciar una córnea edematosa debido a la distensión que se producen en los tejidos (25).



*Ilustración 2.10. Glaucoma congénito primario, afectación bilateral (27).*

El diagnóstico y el tratamiento del glaucoma congénito de forma temprana puede frenar la progresión de esta enfermedad y la recuperación visual puede ser buena.

Actualmente hay diferentes opciones de tratamiento, pero generalmente suele tratarse con cirugía para solucionar el defecto del ángulo camerular.

Inicialmente, se empieza con un tratamiento de colirios para mantener la PIO estable. Algunos de los medicamentos tópicos más habituales son: Latanoprost, Timol y Drozolamida. Seguidamente se valora que tipo de cirugía es la más adecuada para cada caso. Si la córnea permanece transparente, por tanto la enfermedad se encuentra en una fase temprana, se realiza una goniotomía, se realiza una incisión sobre la malla trabecular, para favorecer el drenaje del HA, en estos pacientes suele no estar bien desarrollado. Sin embargo, si la córnea es edematosa, y ya no es íntegramente transparente, se realiza una trabeculotomía, para crear un nuevo canal de drenaje del HA (25)(26).

### **3. Pruebas preliminares**

Las pruebas preliminares deben ser pruebas que se realicen de forma rápida y sencilla, pero a su vez, nos deben dar información básica que será determinante para el diagnóstico definitivo.

#### **3.1. Anamnesis**

Cuando el paciente entra en el gabinete optométrico lo primero que debemos realizar es la anamnesis. En esta preguntamos al paciente sus datos personales. Entre estos deben destacar:

1. Motivo de consulta (MC)
2. Historia clínica personal (Hx)
3. Medicamentos
4. Antecedentes clínicos familiares
5. Profesión y hobbies

Estas preguntas sirven para que el optometrista elabore un historial de los datos del paciente. A partir de las respuestas obtenidas, el optometrista decide realizar las pruebas de salud visual pertinentes para corroborar el diagnóstico diferencial y derivar al paciente al profesional especialista cuando el caso lo precise.

Se debe tener en cuenta que la anamnesis se realiza durante todo el examen optométrico, y se debe valorar toda la información que el paciente nos exprese.

Si se realiza una buena anamnesis el optometrista puede evitar realizar pruebas menos relevantes para el diagnóstico.

#### **3.2. Agudeza Visual (AV)**

Se trata de la mínima discriminación visual que es capaz de apreciar el paciente. Es la primera prueba que debemos realizar a todos los pacientes que pasan por una consulta optométrica y/o oftalmológica. Ésta sirve para determinar el estado visual actual del paciente. Existen multitud de test para medir la agudeza visual. El optometrista debe



elegir el que más le convenga en función de la edad, sistema cognitivo y conocimientos o condiciones del paciente.

Tras la refracción, el optometrista puede valorar si la AV es o no coherente en función de su refracción. Cuando la AV tras la refracción no mejora lo suficiente y no existe un motivo aparente para justificar una baja AV, se deberán realizar las pruebas de salud visual pertinentes en cada caso y derivar al paciente al profesional correspondiente.

### 3.3. Refracción

El optometrista determina la refracción del paciente mediante una retinoscopía y el subjetivo. Realizar una buena refracción, evitará pensar que existen patologías en pacientes sanos.

Es importante realizar la refracción y la prescripción con el método más adecuado en función de la edad, el sistema cognitivo y las condiciones de cada paciente.

### 3.4. Lámpara de Hendidura

La lámpara de hendidura es un instrumento que sirve para examinar las estructuras oculares del polo anterior del ojo. Es una parte importante del examen general de la salud visual. La lámpara de hendidura consta de un sistema de iluminación y un sistema de observación estereomicroscópico. A demás, también tiene otros accesorios y filtros que permiten una exploración más completa del polo anterior.

Este examen permite la exploración de estructuras como: párpados y borde palpebral, película lagrimal y superficie ocular, conjuntiva tarsal y bulbar, limbo esclerocorneal, córnea, cámara anterior, iris, pupila y cristalino. A demás, también permite examinar las adaptaciones de lentes de contacto, valorando así, la interacción entre la lente y los tejidos oculares, el estado de la lente de contacto en el ojo y finalmente el estado del ojo tras el uso de las lentes de contacto (28).

En el caso del glaucoma, podemos utilizar la lámpara de hendidura para observar al paciente el tamaño de la cámara anterior del ojo. Lo podemos hacer observando el espacio que queda entre el iris y la córnea, **técnica de Van Herick**.

La técnica de Van Herick es una técnica no invasiva que sirve para valorar la profundidad de la cámara anterior. La medida se realiza valorando la profundidad periférica de la cámara anterior. Se realiza una sección óptica, mediante iluminación directa, sobre el lado temporal del limbo esclerocorneal. Posteriormente, se sitúa el sistema de iluminación a 60° del sistema óptico que se debe alinear sobre el ojo observado. Se debe utilizar la máxima intensidad de luz (29).

El optometrista observará una sección óptica iluminada, que corresponderá con el espesor corneal temporal, una zona oscura sin iluminación que será la profundidad o tamaño de la cámara anterior, y finalmente, una sección del iris iluminada de forma indirecta.

Una vez observamos estas tres estructuras, podemos valorar si se trata de una cámara anterior grande o estrecha. Se debe comparar el espesor corneal con la profundidad de la cámara anterior.



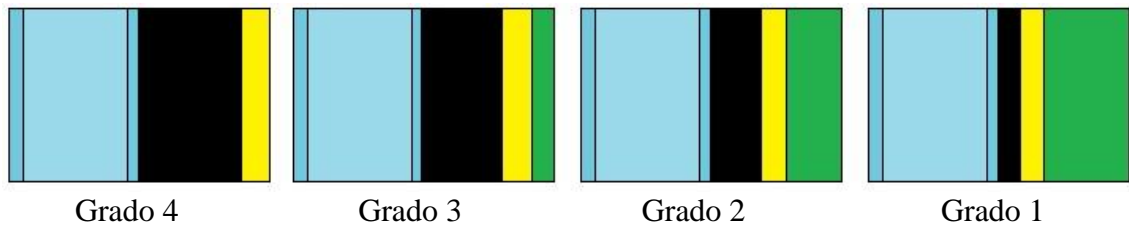
*Ilustración 3.1. Técnica de Van Herick (64).*

Para cuantificar de forma objetiva la profundidad de la cámara anterior mediante esta técnica, se toma como referencia el espesor corneal. Consiste en comparar el espesor corneal con el de la cámara anterior.

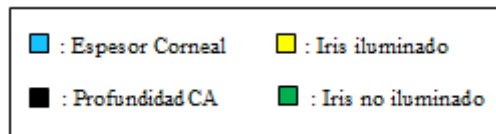
Esta técnica parte de la base de que la profundidad de cámara anterior normal debe medir igual que el espesor corneal, proporción 1:1. Por tanto, si la proporción corresponde a 2:1 se hablara de una cámara anterior profunda, y si por lo contrario, la proporción es de ½:1, la cámara anterior será estrecha.

Aunque esta técnica sea un método rápido y sencillo para poder obtener una idea global de la profundidad de la cámara anterior del paciente, siempre que exista una sospecha de que un paciente tiene una cámara anterior estrecha se deben realizar otras pruebas de salud visual como la gonioscopía (Apartado 4.3) y el OCT de segmento anterior

(Apartado 4.6.2). Estos otros exámenes nos permitirán clasificar y valorar de forma cuantitativa la profundidad de la cámara anterior (29).



*Ilustración 3.2. Grados de profundidad de la cámara anterior en función de la Técnica de Van Herick.  
Grado 4. 1:1 / Grado 3.  $\frac{3}{4}$ :1 / Grado 2.  $\frac{1}{2}$ :1 / Grado 1.  $\frac{1}{4}$ :1*



## 4. Pruebas de salud visual

Las pruebas de salud visual se realizan tras una exploración previa que lo requiera. Estas se realizan en función del diagnóstico diferencial del profesional médico, ya que son de gran utilidad para determinar el diagnóstico definitivo.

Existen múltiples pruebas de salud visual que pueden ayudar al diagnóstico del glaucoma, de todos modos, es imprescindible valorar el conjunto de resultados. Cabe decir que también ayudan a valorar el estado, el tipo y la progresión en que se encuentra el glaucoma.

### 4.1. Tonometría ocular

La tonometría es la medida indirecta de la PIO mediante el uso de un tonómetro. La evaluación de ésta es relevante en la prevención, diagnóstico y la evolución del glaucoma.

La tonometría se puede realizar con diferentes métodos de medida, aun así, los métodos más utilizados actualmente son la tonometría aplanación de Goldman y la tonometría de aire, ésta última utilizada como una lectura más primaria y de menor fiabilidad.

#### Tonometría de aplanación de Goldman:

La tonometría de aplanación de Goldmann es un método invasivo e indoloro que determina el valor de la PIO de forma indirecta. Generalmente lo realiza el médico oftalmólogo, aun así, en algunos casos también lo puede valorar el óptico- optometrista (30).

En 1954 fue introducido por Hans Goldmann basándose en el **Principio de Imbert-Fick**, según el cual la presión en el interior de una esfera ideal seca y con paredes finas (**P**), es igual a la fuerza necesaria para aplanar su superficie (**F**), y dividida por el área de aplanación (**A**).

Ecuación del Principio de Imbert-Fick: 
$$P = \frac{F}{A}$$

Consiste de un tonómetro de fuerza variable que consiste en un doble prisma con un diámetro de 3.06mm. Con el cual, presión requerida para realizar la aplanación de la córnea determina la PIO. La fuerza aplicada en gramos para aplanar la superficie corneal multiplicada por 10 es igual al valor de la PIO en mmHg.

Algunos estudios determinan que este método tiende a sobrestimar el valor de la PIO cuando el grosor corneal central del paciente es mayor del considerado normal (Apartado 4.2) (31). Por tanto, el grosor corneal central es un parámetro que idealmente debe tenerse en consideración cuando se evalúa la PIO de todos los pacientes y métodos de medida (32). Existen multitud de tablas que relacionan el espesor corneal central (Apartado 4.2) con la PIO.

La tonometría de aplanación o de Goldmann es el método más utilizado para medir la presión intraocular, esta técnica mide la fuerza aplicada por unidad de superficie. A día de hoy, se trata del método más preciso (33).

La tonometría de aplanación de Goldmann se realiza con un tonómetro que se incorpora en la lámpara de hendidura. Para realizar la medida se le instila al paciente una gota de un colirio anestésico local y otra de fluoresceína, en cada ojo. Es importante instilar la cantidad justa de fluoresceína, en caso de exceso (sobrestimación de la PIO) o defecto (subestimación de la PIO) de ésta, la medida no será fiable.

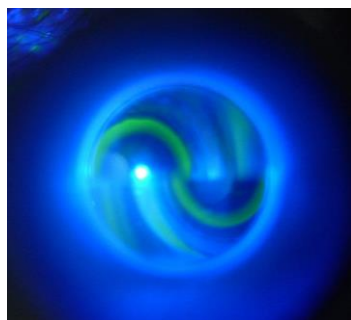
El paciente debe disponerse sentado y posicionado correctamente frente a la lámpara de hendidura. Antes de realizar la medida y para evitar posibles errores, se deberán tener en cuenta los diferentes factores de ajuste del tonómetro (31)(32)(33)(34):

- Correcta desinfección del cono de plástico que entrará en contacto con la córnea. De este modo, evitaremos el contagio cruzado de posibles infecciones oculares entre pacientes.
- El sistema de iluminación se debe colocar a 60° respecto el lado temporal del paciente. En función del ojo examinado a su derecha (para medir el ojo derecho) o a su izquierda (para medir el ojo izquierdo).
- La iluminación debe de ser difusa y con el filtro azul cobalto, utilizando la máxima intensidad.
- El eje del biomicroscopio debe coincidir con el eje del cono del tonómetro, de tal forma que la observación de los semicírculos sea buena.

- Inicialmente, el dial de medida del tonómetro se coloca en 1g de presión, lo que corresponde con 10 mmHg.
- Hacer una correcta calibración del cono del tonómetro en función del astigmatismo de cada paciente. Si el astigmatismo del paciente es menor o igual a 3.00D la superficie aplanada se considera esférica, por tanto, se debe hacer coincidir la marca blanca del cilindro donde se encaja el cono con los 0° grabados en el cono de plástico. Por otro lado, si el astigmatismo del paciente es superior a 3,00 D, la superficie aplanada se considera elíptica. En este caso se debe hacer coincidir la marca roja del cilindro con el eje del astigmatismo del paciente.
- Se debe informar muy bien al paciente de donde debe fijar la mirada, ya que un mal centrado puede inducir a un resultado erróneo. El paciente debe intentar no parpadear, en caso de que no sea posible, se pueden separar los párpados de paciente sin ejercer presión sobre el globo ocular.

Posteriormente, el especialista puede proceder a la realización de la prueba. Se acerca el tonómetro hasta que entra en contacto con la córnea del paciente, la fluoresceína se desplaza hacia la periferia dando lugar a la observamos los semianillos a través del ocular de la lámpara de hendidura. Deben observarse de igual tamaño y bien centrados. Si no lo están, posicionaremos la lámpara correctamente (30)(35).

Cuando el cono está bien centrado respecto el ápex corneal, se utiliza el dial de ajuste para hacer coincidir los bordes internos de los semianillos observados. Se debe evitar girar el dial rápidamente para que los bordes de los semianillos no se sobrepasen. Si esto sucede, deberemos volver a comenzar la medida desde el inicio. En caso de no hacerlo, la PIO medida será menor que la PIO real (30)(35).



*Ilustración 4.1. Semicirculos observados mediante el tonómetro de aplanación de Goldmann (65).*

El tonómetro está formado por cinco partes: cono aplanador, balanza, balancín, dial de lectura y sistema de control.



Ilustración 4.2. Tonómetro de aplanación de Goldman Luxvision TN-150 (33)(35).

## 4.2. Paquimetría ultrasónica

La paquimetría ultrasónica permite medir el espesor central corneal con gran exactitud mediante un paquímetro es una prueba indolora. Se trata de una sonda de ultrasonidos que se coloca sobre la córnea que mide el espesor corneal en el punto corneal donde la colocamos (36).

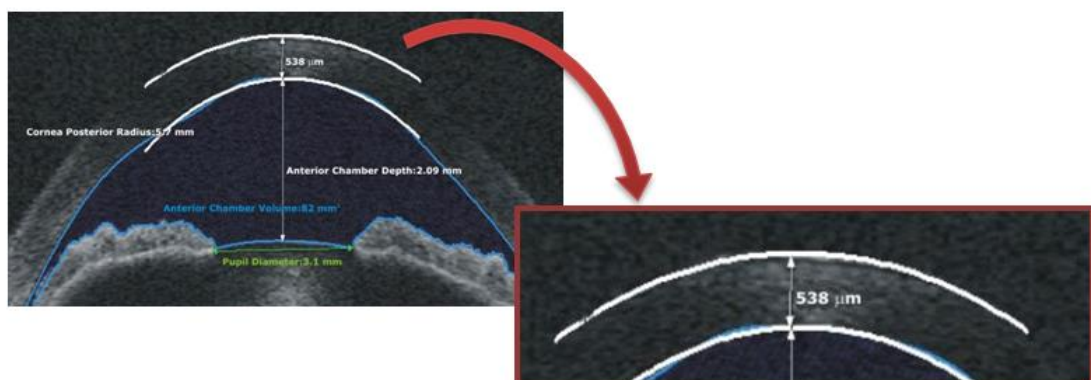


Ilustración 4.3. Tomografía de coherencia óptica de segmento anterior y ampliación del espesor corneal central de 538  $\mu\text{m}$  (66).

Como se ha comentado anteriormente (Apartado 4.1) conocer el espesor central corneal es imprescindible en la valoración de la PIO de los pacientes con riesgo de glaucoma. Se considera que el espesor corneal central está dentro de los valores de normalidad aproximadamente sobre las 540-580 $\mu$ m (31).

La paquimetría ultrasónica es una prueba diagnóstica muy sencilla de llevar cabo. Para realizarla es imprescindible instilar una gota de colirio anestésico local al paciente, para que no perciba ninguna molestia.



*Ilustración 4.4. Paquímetro ultrasónico de mesa Pachette 4-DGH Technology (67).*

Posteriormente, se explica al paciente que debe mantener la mirada en un punto fijo, es recomendable localizar un punto en la pared a la altura de sus ojos, para que éste mantenga la mirada en posición primaria de mirada. Esto es importante, ya que las medidas tomadas deben de ser todas del mismo punto.

Durante la prueba se registran muestras de la zona corneal examinada, además, resultando un valor de desviación estándar en función de las diferencias cuantitativas de las muestras tomadas. En función de la desviación estándar la prueba será más o menos fiable. Se puede tomar como límite un máximo de un valor de desviación estándar de 4. Por tanto, si el valor de la desviación estándar de un examen paquimétrico es mayor a 4, la prueba será poco fiable ya que los valores de las muestras serán muy dispares, por tanto deberemos volver a repetirla hasta conseguir un valor inferior.

La paquimetría no solo es útil para el glaucoma, sino que también lo es para valorar otras patologías como el adelgazamiento del espesor corneal en pacientes con queratocono, en personas con edemas o queratitis corneales y también en pacientes pre y post cirugías de láser (37).



### 4.3. Gonioscopía

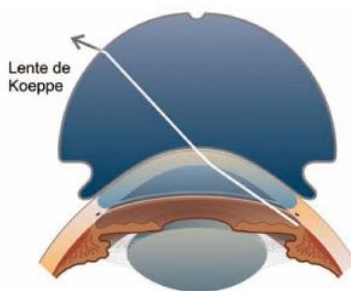
El objetivo principal de la gonioscopía es la identificación de las estructuras angulares anómalas y la estimación de la amplitud del ángulo de la cámara anterior. Esta técnica de observación, también se utiliza para visualizar el ángulo durante algunos procedimientos quirúrgicos como por ejemplo la trabeculoplastia con láser.

Existen dos tipos distintos de gonioscopía, estos son la gonioscopía directa y la indirecta. En ambos casos se utilizan lentes de 20x y 30x aumentos (38)(39).

#### **Gonioscopía directa:**

Esta técnica permite la observación directa del ángulo iridocorneal sin necesidad de la lámpara de hendidura. Se utiliza una lente de Koepe (+50,00D y r: 7mm), solución salina, una luz puntual que servirá como sistema de iluminación (se sujeta con la otra mano) y un microscopio binocular como sistema de observación. La lente debe colocarse sobre el ojo del paciente estirado, se utiliza solución salina para rellenar el espacio entre la córnea y la lente. Para la observación del ángulo se puede utilizar un microscopio binocular portátil o un microscopio quirúrgico (40)(41).

La gonioscopía directa es una prueba laboriosa y difícil de realizar, ya que requiere de experiencia para realizarla de forma correcta. Esta técnica es la más utilizada durante procedimientos quirúrgicos, aun así no se utiliza de forma frecuente (38).

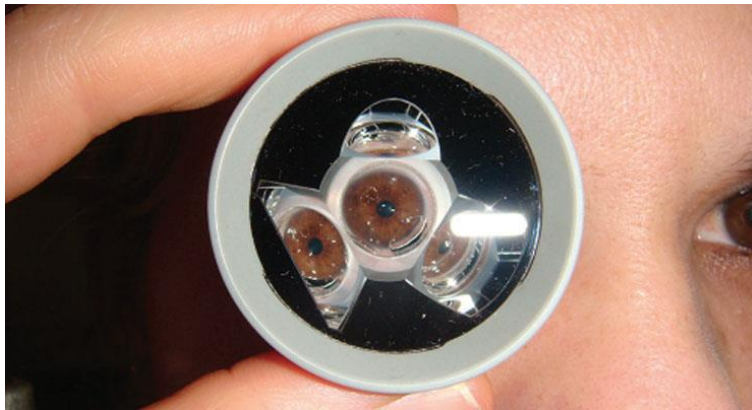


*Ilustración 4.5. Lente de Koepe (41).*

#### **Gonioscopía indirecta:**

La gonioscopía indirecta utiliza espejos para superar la reflexión interna. En este caso, es necesaria la observación mediante la lámpara de hendidura. Esta es la técnica más utilizada, generalmente, suele realizarla el médico oftalmólogo dentro de la consulta, ya que en este caso el paciente únicamente debe permanecer sentado frente a la lámpara de

hendidura (38) (41). Las lentes más utilizadas para realizar la gonioscopia indirecta son las lentes de Goldman y la de Zeiss (Tabla 4.3.1).



*Ilustración 4.6. Gonioscopia indirecta, lente de Zeiss (68).*

En primer lugar se le aplica un colirio anestésico al paciente y se le explica al paciente las instrucciones del examen. Posteriormente se aplica una solución viscosa (metilcelulosa) en la parte cóncava de la lente del gonioscopio, dependerá de la lente del gonioscopio (**Tabla 4.1**). Se coloca al paciente ante la mentonera frente a la lámpara de hendidura. El sistema de iluminación debe situarse a 60° respecto al sistema de observación. Es conveniente utilizar un haz de luz estrecho para evitar la contracción pupilar, de lo contrario, se podría producir un falso aumento del ángulo (38).

Se debe explicar al paciente que debe mirar en posición primara de mirada mientras colocamos el gonioscopio sobre la córnea de este. Una vez entran en contacto, el paciente deberá mirar hacia arriba y se coloca el gonioscopio en el fórnix inferior inclinado ligeramente. De nuevo, se hace mirar al paciente hacia adelante, se sitúa el haz de luz sobre el centro del gonioscopio y se enfoca la imagen reflejada.

En este punto, se debe cerrar la hendidura de luz formando un paralelepípedo de 2-3mm (38).

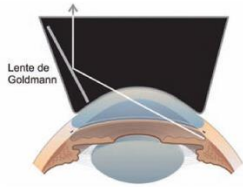
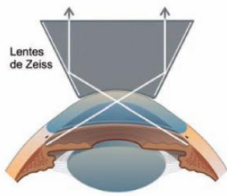
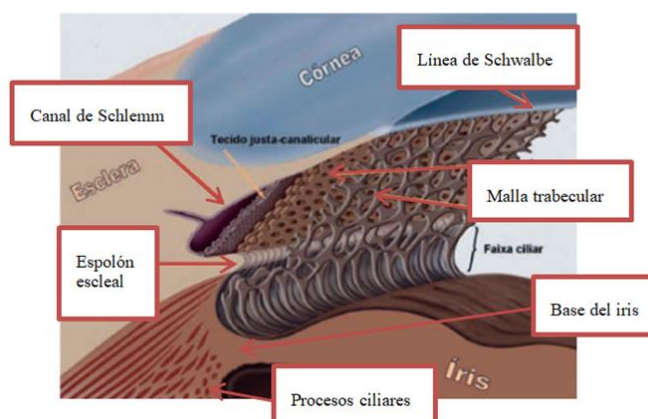
Tipo	Características	Ventajas	Desventajas	Imagen
<b>Lente de Goldmann</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene un espejo inclinado <math>62^\circ</math> respecto a la superficie anterior.</li> <li>- Superficie de contacto de 12mm y r: 7,38mm.</li> <li>- Se necesita una sustancia viscoelástica para rellenar la interfaz entre córnea-lente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor estabilidad</li> <li>- No requiere tanta experiencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es imprescindible utilizar una sustancia viscoelástica.</li> <li>- Puede estrechar el ángulo.</li> <li>- Es necesario girar la lente para examinar toda la superficie.</li> </ul>	 <p><i>Ilustración 4.7. Lente de Goldmann. Técnica.</i></p>
<b>Lente de Zeiss</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tiene cuatro espejos inclinados a <math>64^\circ</math>.</li> <li>- Tiene una pinza de soporte (se sujeta entre los párpados del paciente)</li> <li>- Superficie de contacto de 9mm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Más rápida.</li> <li>- No es necesario girar la lente para examinar toda la superficie.</li> <li>- Permite realizar el examen más rápidamente.</li> <li>- No necesita utilizar sustancia viscoelástica, ya que la superficie de apoyo es menor y la interfaz queda rellena de la lágrima del paciente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requiere experiencia por parte del examinador.</li> <li>- Menor estabilidad.</li> <li>- Puede abrir el ángulo.</li> </ul>	 <p><i>Ilustración 4.8. Lente de Zeiss. Técnica.</i></p>

Tabla 4.1. Tabla comparativa de los dos tipos de lente más utilizados en la gonioscopia indirecta (41).

La gonioscopia se debe realizar de forma rutinaria a aquellos pacientes con glaucoma para evaluar la posición de las estructuras oculares. También es útil para clasificar el tipo de glaucoma.

A través de la gonioscopia se pueden llegar a observar las siguientes estructuras oculares:

- Iris (inserción y configuración)
- Banda del cuerpo ciliar
- Espolón escleral
- Malla trabecular
- Canal de Schlemm
- Línea de Schwalbe
- Procesos ciliares.



*Ilustración 4.9. Anatomía del limbo coreoescleral y del sistema de drenaje del ángulo camerular (41).*

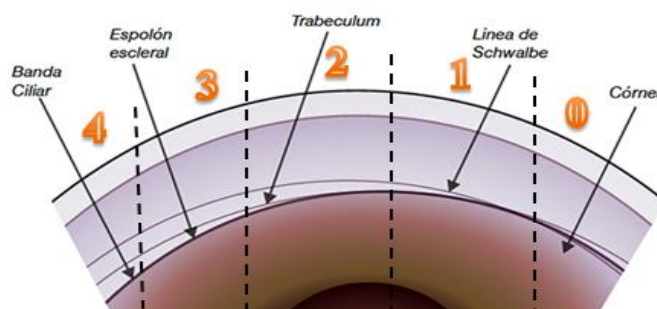
La exploración se debe valorar de forma cuantitativa, para ello existen multitud de sistemas de evaluación. En este caso se desarrolla el sistema APIC uno de los más intuitivos y extendidos actualmente.

### **Sistema APIC:**

El sistema APIC es un sistema de evaluación que pretende facilitar el análisis del examen. Éste está basado en otros sistemas mucho más complejos y evalúa las siguientes estructuras:

#### **1. Amplitud de la cámara anterior:**

La amplitud de la cámara anterior se valora de grado 0 a 4 de acuerdo con las estructuras que se observan. Es importante que el paciente mantenga la mirada en posición primaria de mirada (41). El criterio de evaluación de la amplitud de la cámara anterior es el siguiente:



*Ilustración 4.10. Sistema APIC, evaluación de la amplitud de la cámara anterior (69).*

**Grado 0 (<10°):** Es un ángulo muy cerrado donde el iris y la córnea están en contacto. En este caso no se puede llegar a identificar el vértice que forma el ángulo iridocorneal.

**Grado 1 (10°):** Es un ángulo cerrado. Únicamente se puede observar hasta la Línea de Schwalbe, en algunos casos, también es posible observar parte de la malla trabecular. Los pacientes con un ángulo de G1 tienen un riesgo alto de sufrir un bloqueo pupilar.

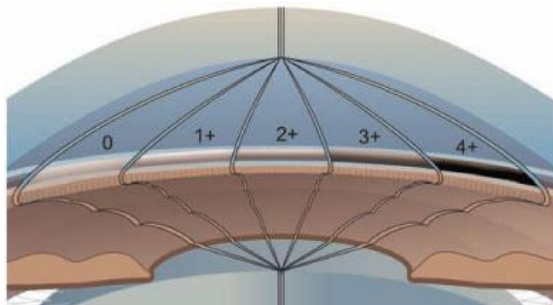
**Grado 2 (20°):** Es un ángulo intermedio. Se puede observar hasta la malla trabecular. Son pacientes con bajo riesgo de sufrir un bloqueo pupilar.

**Grado 3 (25-35°):** Es un ángulo abierto. Se pueden observar todas las estructuras hasta el espolón escleral.

**Grado 4 (35-45°):** Es un ángulo muy abierto. Se pueden observar todas las estructuras hasta el cuerpo ciliar. Es característico en pacientes con miopías magnas y afaquias.

## 2. Pigmentación.

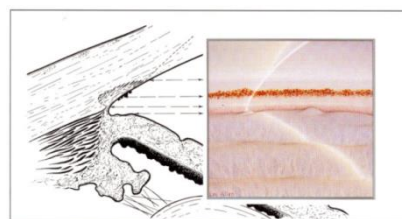
Es frecuente observar residuos de pigmento del iris en el ángulo iridocorneal en pacientes con ángulos abiertos (Apartado 2.5.3.1). La cantidad de pigmento se evalúa en función de la intensidad. Se debe valorar con un 0 si existe ausencia de pigmento y 4 si la presencia de pigmento es muy elevada (41).



- : Sin pigmento.
- + : Pigmento leve.
- ++ : Pigmento moderado.
- +++ : Pigmento intenso.
- ++++ : Pigmento muy intenso.

*Ilustración 4.11. Escala de valoración de la concentración de pigmento del sistema APIC.*

La presencia de pigmento es característica de personas con Síndrome de dispersión pigmentaria (grado +++/++++), por ese motivo, la gonioscopía es fundamental para su diagnóstico.

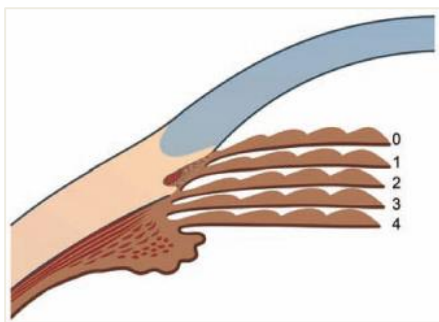


*Ilustración 4.12. Pigmento del iris sobre la malla trabecular en un ángulo abierto con síndrome de dispersión pigmentaria. (70).*

### 3. Inserción del iris

La inserción del iris es fundamental para la valoración del ángulo del paciente. Es importante tener presente este factor, ya que nos puede llevar a error. Idealmente, la inserción del iris debe situarse bajo el espolón escleral. En casos en que esto se revierte, y la inserción del iris se encuentra sobre el espolón escleral, se considera que el ángulo es muy estrecho. De lo contrario, cuando la inserción del iris se encuentra muy cerca de los procesos ciliares, se considera que el ángulo es abierto.

De nuevo, también se evaluará de 0 a 4, donde 0 es una inserción superior, el iris se encuentra delante el espolón escleral, y 4 es una inserción inferior, el iris se encuentra detrás del espolón escleral y sobre el cuerpo ciliar (41).

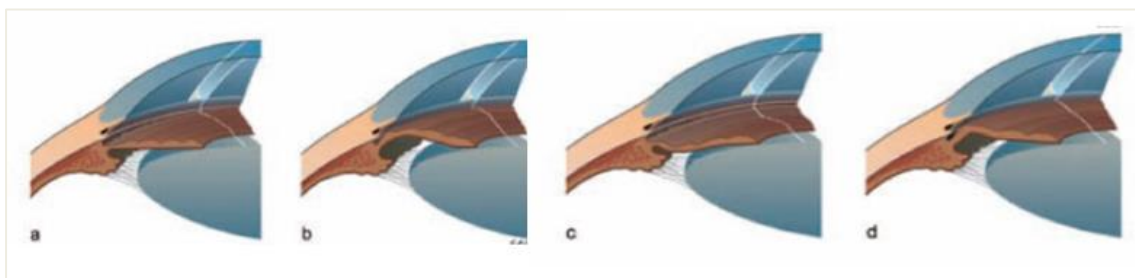


*Ilustración 4.13. Diferentes inserciones del iris (41).*

- 0 : Ángulo muy estrecho.
- 1 : Ángulo estrecho.
- 2 : Ángulo dentro de la normalidad.
- 3 : Ángulo abierto.
- 4 : Ángulo muy abierto.

### 4. Configuración del iris.

La configuración del iris es fundamental en el drenaje del HA. Se diferencian cuatro tipos distintos de configuración del iris: regular, cóncavo, convexo y platoide o en meseta. Los pacientes con un iris convexo y el platoide tienen mayor riesgo de sufrir glaucoma de ángulo cerrado. Por otro lado, aquellos pacientes con un iris cóncavo, tienen mayor riesgo de sufrir glaucoma de ángulo abierto(41).



*Ilustración 4.14. Tipos de configuración del iris. (a: iris regular, b: iris convexo; c: iris cóncavo y d: iris platoide).*

## 4.4. Retinografía

La retinografía es una prueba diagnóstica que permite la obtención de imágenes del fondo de ojo mediante un retinografo. Se trata de una prueba indolora y muy sencilla de realizar (42)(43). El retinografo está conectado a un sistema de informático que envía la imagen a un ordenador donde se almacenan las imágenes de todos los pacientes. Existen distintos programas de almacenamiento los cuales permiten evaluar la evolución de las anomalías de la retina (44).



*Ilustración 4.15. Retinografo no midriático  
TRF-NW7S de TOPCON.*

Se pueden realizar imágenes en diferentes aumentos y de diferentes zonas del fondo de ojo. El retinografo también permite realizar la imagen en color o con diferentes filtros, en función de la estructura que se desea observar. En cualquier caso, el optometrista que realiza la prueba puede modificar la intensidad del flash, el enfoque y la colocación del estímulo para poder hacer la fotografía de la zona deseada. El optometrista observa a través de una pantalla la imagen del fondo de ojo del paciente.

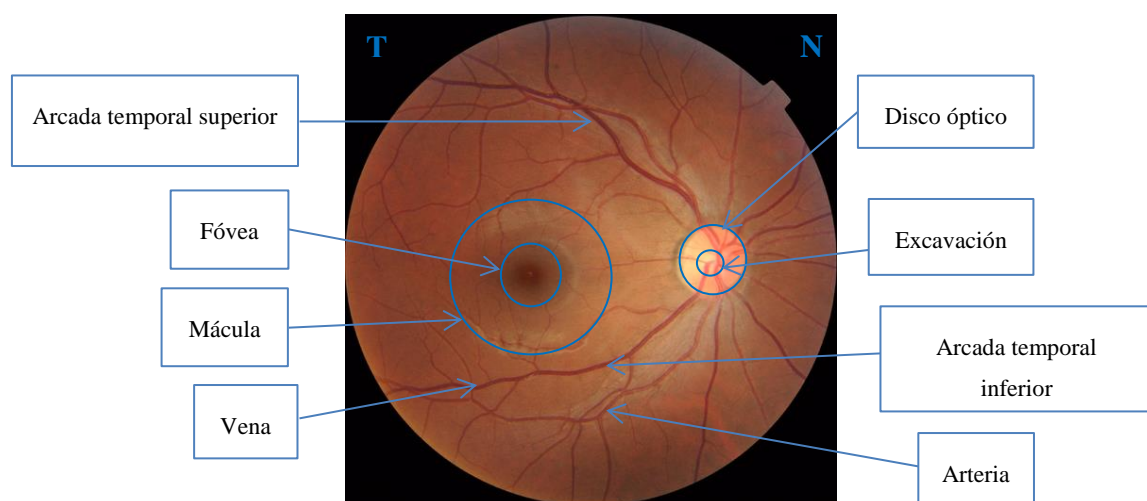
Existen retinografos midriáticos y no midriáticos, de todos modos, en la mayoría de clínicas oftalmológicas habitualmente instilan un colirio midriático al paciente 15 minutos antes realizar la prueba, para dilatar las pupilas. Aunque no es imprescindible, se hace para poder obtener una mejor imagen del fondo de ojo.

Los inconvenientes de este procedimiento es el riesgo de que un paciente pueda ser intolerante o alérgico al colirio, generalmente a la tropicamida (44). A demás, al tratarse de un fármaco anticolinérgico, el cual bloquea el músculo del esfínter del iris y



del cuerpo ciliar, los pacientes presentan as pupilas dilatadas entre las 3 – 4 horas posteriores a la instlación. Por ese motivo, es importante informar al paciente del uso de gafas de sol durante las horas posteriores y de la borrosidad que presentara concretamente en distancias cercanas.

Mediante la retinografía se pueden observar diferentes estructuras del fondo de ojo como los vasos sanguíneos (es la única parte del cuerpo donde se pueden observar los vasos sanguíneos de forma directa), la mácula o la papila óptica. Por tanto, es muy útil para la detección de algunas alteraciones o patologías que afectan a las estructuras del fondo de ojo. Como pueden ser: la retinopatía diabética, el desprendimiento de retina, el nevus coroideo (peca en la retina), la degeneración macular asociada a la edad (DMAE), la retinosis pigmentaria, hemorragias y oclusiones de vasos, glaucoma, entre muchas otras patologías que afectan a las estructuras internas del globo ocular (43)(42).



*Ilustración 4.16. Retinografía del OD de un paciente sano. Esquema de las estructuras oculares (71).*

Debido a su importancia dentro de la oftalmología es una prueba imprescindible en la mayoría de casos. En el caso del glaucoma, es una prueba fundamental, ya que permite realizar fotografías de la papila del nervio óptico con gran detalle. También es posible realizar fotografías de a capa de fibras nerviosas de la retina. Esta última opción, es muy útil, ya que permite observar si existe pérdida de fibras.

A los pacientes con glaucoma o con riesgo de glaucoma es habitual realizarles retinografías entre una y dos veces al año, en función del estado en que se encuentran de la enfermedad. Es muy importante hacer una buena interpretación de la retinografía. .



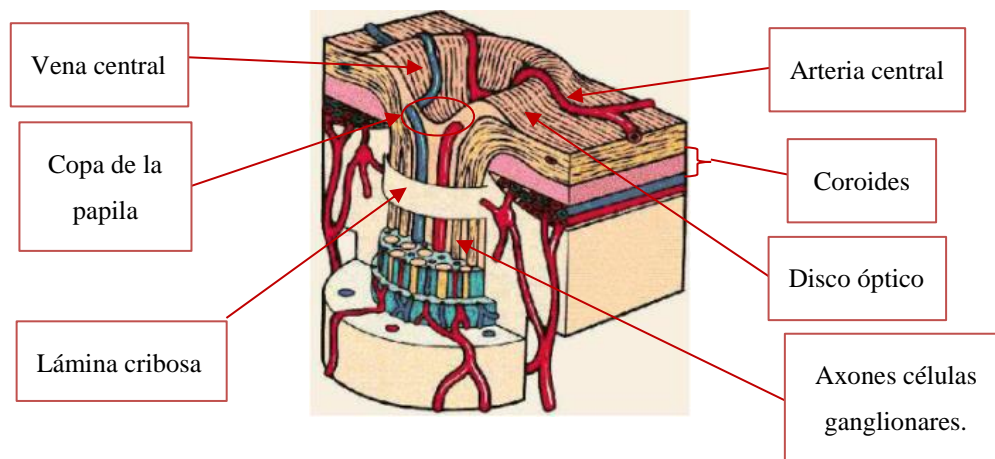


Ilustración 4.17. Esquema anatómico de la papila óptica.


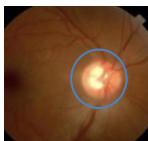


<b>Retinografía</b>	<b>Papila sana</b>	<b>Papila glaucomatosa</b>
<b>Color</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Color rojo-anaranjado.</li> <li>- Forma simétrica levemente ovalada (Se cumple ISNT <sup>(1)</sup>).</li> <li>- Diámetro de 1.5mm aprox.</li> <li>- Relación C/D <sup>(2)</sup> <math>\leq 0.4</math>.</li> <li>- Simetría relación C/D entre AO (&lt; de 0.2).</li> <li>- Las venas y arterias centrales salen del centro de la excavación.</li> <li>- No hay presencia de hemorragias.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Color pálido, se observan los poros de la lámina cribrosa.</li> <li>- Forma asimétrica (No ISTN)</li> <li>- Diámetro de &gt;1.5mm arox.</li> <li>- Relación C/D <math>&gt; 0.4</math>.</li> <li>- Asimetría relación C/D entre AO (&gt; de 0.2).</li> <li>- Las venas y las arterias centrales salen por la periferia de la excavación.</li> <li>- Hemorragias en llama o astilla dentro del disco papilar.</li> </ul> 
<b>Capa de fibras nerviosas de la retina</b>	<p>Se observan las fibras nerviosas que salen de la papila del nervio óptico se dispersan por toda la retina y se acaban reuniendo en el haz papilomacular.</p> 	<p>Dejan de observarse las fibras nerviosas de la retina en aquellas zonas donde existe una pérdida de la densidad de fibras del nervio óptico.</p> 

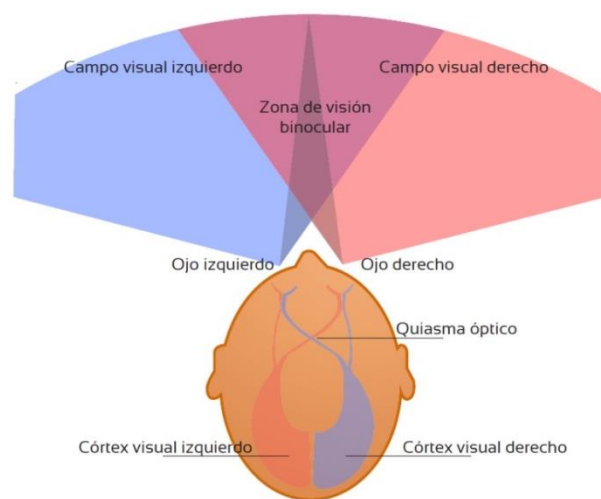
Tabla 4. 2. Tabla comparativa Papila sana vs. Papila glaucomatosa. Signos de sospecha (45).

<sup>(1)</sup> **Regla ISNT:** El anillo neuroretiniano en pacientes con ojos sanos tiene una configuración anatómica característica. En general, el ancho del anillo es más grueso en la parte inferior y más fino en la parte temporal, esta configuración es conocida

como Regla ISNT (inferior>superior>nasal>temporal) (45). <sup>(2)</sup> **Relación C/D:** La relación copa /disco es la relación entre el tamaño del disco total del nervio óptico respecto el tamaño de la excavación. Para el cálculo se tiene en cuenta que la superficie total del disco es 10, sin unidades. Ejemplo: Valor copa 3 y valor disco 10, Relación C/D=3/10; C/D=0.3.

## 4.5. Campimetría computarizada

El campo visual (CV) es el área total que se percibe de forma periférica cuando se observa un punto fijo. El campo visual se evalúa de forma monocular generalmente mediante la campimetría computarizada. El campo visual monocular de un ojo sano es de 60° superior, 70° inferior, 60° nasal y 90° temporal aproximadamente (46)(47).



*Ilustración 4.18. Extensión del campo visual Esquema anatómico de las fibras neuroretinianas y del campo visual binocular y monocular de un paciente sano (51).*

La campimetría computarizada realizada con el campímetro de Humphrey de la casa Zeiss es la más utilizada. Es una prueba diagnóstica no invasiva, y tiene como función la exploración del campo visual del paciente y determinar si existen áreas afectadas, localizarlas y medir el grado de afectación.

Esta prueba es imprescindible en pacientes diagnosticados o sospechosos de enfermedades neurooftalmológicas. La mayoría de patologías oculares se asocian con la reducción de la sensibilidad en el campo central (30°).

En pacientes con glaucoma, es fundamental, dado que la pérdida progresiva de las fibras nerviosas de la retina implica la alteración de los valores del campo visual (48).

Para la realización de la prueba es importante que el campímetro esté situado en una habitación con poca luz (48).

Antes de llamar al paciente, se deben introducir los datos del paciente en el programa del campímetro (nombre y apellidos, ID del paciente, fecha de nacimiento, sexo y refracción). Con todos estos datos, se calcula la lente que se le debe colocar delante del ojo al paciente para que pueda ver perfectamente los estímulos de la cúpula situada a 33cm (48). Cuando se trata de un paciente que ya se ha realizado una campimetría anteriormente, únicamente deberemos actualizar la refracción para que el cálculo de la lente sea el adecuado a su estado refractivo y edad. En este caso, el campímetro utilizará la base de datos del paciente para realizar la progresión de los defectos campimétricos.

En personas con elevados defectos refractivos es aconsejable recurrir al uso de lentes de contacto.

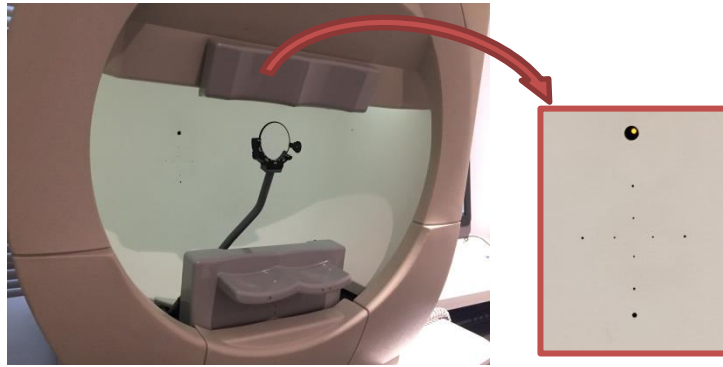


*Ilustración 4.19. Campimetría computarizada Humphrey de Carl Zeiss.*

Una vez se prepara el campímetro, se debe llamar al paciente y explicarle cual va a ser el procedimiento a seguir. Seguidamente, se le tapa el ojo izquierdo para realizar el examen del ojo derecho, en casos en que el paciente tiene mejor visión en un ojo que en el otro se debe comenzar por el ojo de mejor visión. A continuación, se le pide al paciente que mire fijamente durante unos segundos las luces centrales de la cúpula, durante este tiempo se localiza la fijación central de éste (48).

A continuación, se inicia la prueba campimétrica, a partir de ese momento, le aparecerán estímulos luminosos sobre la cúpula de un tamaño concreto y de diferentes intensidades (decibelios, dB). Durante el examen, el optometrista debe controlar que el paciente no pierda la fijación.

El tiempo aproximado de una campimetría es de entre 5 a 8 minutos por cada ojo, este tiempo variará en función del paciente y de la estrategia utilizada (48).



*Ilustración 4.20. Estimulo central de la campimetría computarizada Humphrey de Carl Zeiss.*

Una vez se realiza el examen de un ojo, se realiza el examen del otro ojo. En personas mayores o personas que refieren fatiga tras examinar el primer ojo, es conveniente citarlos otro día para preceder al examen del ojo contrario. De este modo, evitaremos errores producidos por la fatiga del paciente.

Explicar al paciente de forma correcta todos los procedimientos evitará posibles errores en la realización de la prueba.

### **Examen y estrategia:**

Existen diferentes tipos de examen y de estrategias, por otro lado, el más utilizado en pacientes con glaucoma es el examen 24-2, estrategia SITA (Swedish Interactive Threshold Algorithm, algoritmo de umbral interactivo sueco) - Standard (SS). Esta es la estrategia más utilizada en las clínicas oftalmológicas.

La estrategia SITA-Standard reduce la variabilidad de los resultados y permite hacer el examen en un tiempo menor. Además, es muy útil para la detección precoz de escotomas incipientes. Esta estrategia tiene una mayor reproducibilidad respecto a otras.

El examen 24-2 examina 54 puntos en un campo visual de 24° (30° en la zona nasal). Por otro lado, existen otros exámenes como, por ejemplo, 30-2 (examina 76 puntos en un campo de 30°), 10-2 (examina 8 puntos del campo visual central de 10°), entre otros.

El tamaño del estímulo también puede modificarse en la campimetría Humphrey, se puede elegir entre un estímulo III o un estímulo V. El estímulo III (abarca 0.43°) es el que se utiliza de forma predeterminada en la estrategia SITA-Standard. El estímulo V (abarca 1,7°), se reserva para pacientes con baja visión o campos visuales muy alterados.

## Análisis e interpretación de resultados (49):

### 2. Índices de fiabilidad:

1. **Pérdidas de fijación:** Proyección de estímulos sobre la mancha ciega (si responde se considera pérdida de fijación)

**Si < 20% no es fiable (xx)**

2. **Falsos positivos:** Periodo de tiempo sin emisión de estímulos (si responde se considera falso +)

**Si < 15% no es fiable (xx)**

3. **Falsos negativos:** Reexaminación de puntos ya examinados pero con mayor intensidad (si no responde se considera falso -)

### 3. Índices globales:

**PHG<sup>(1)</sup>:** Prueba del hemicampo para glaucoma.

**DM:** Desviación media, diferencia entre la sensibilidad media del paciente y la normal para la edad.

**Valores normales +/-2.00dB** (Valores > → Defectos difusos (cataratas,...) o defectos localizados grandes.

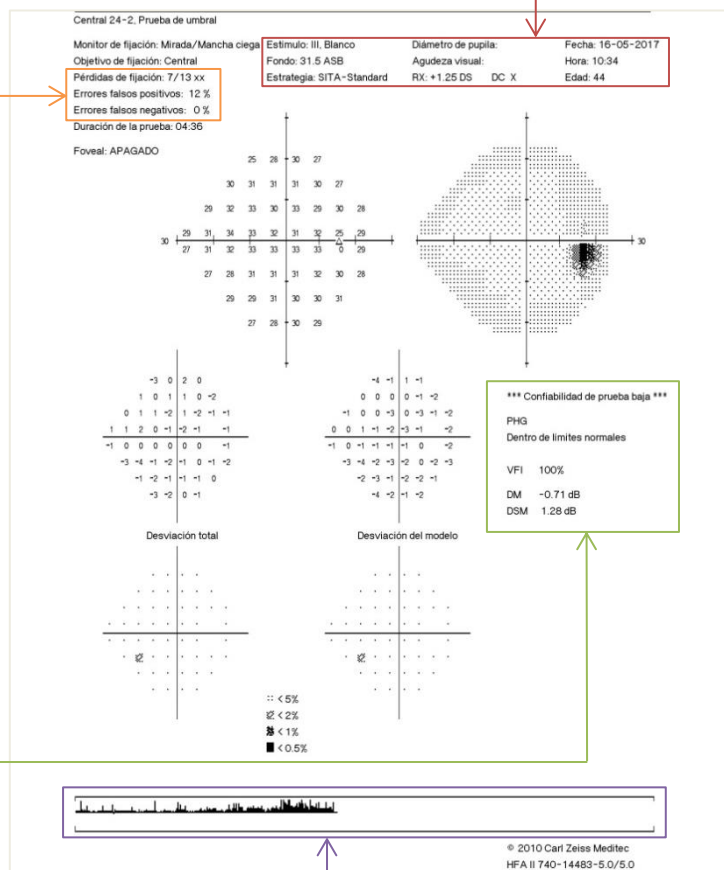
**DSM:** Diferencia entre la sensibilidad de un punto respecto la de los puntos adyacentes.

**Valores normales hasta 3dB**

(Valores > → Defectos localizados).

*Ilustración 4.21. Registro campimétrico del OD. Resultados Caso n°2.*

### 1. Datos generales: Datos del paciente, tipo de examen y estrategia, estímulo utilizado.

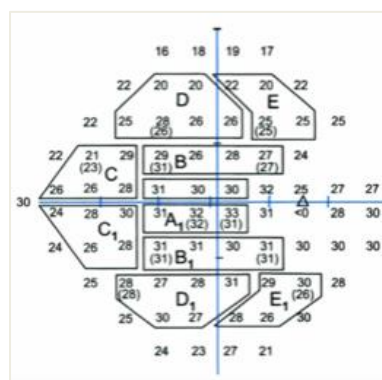


### 4. Seguimiento de mirada: Representación gráfica de los movimientos oculares (inflexiones superiores) y de parpadeos (inflexiones inferiores).

### (1) PHG (Prueba del Hemicampo para Glaucoma):

La prueba del hemcampo para el glaucoma compara la desviación media (DM) de cinco zonas diferentes del campo inferior y las compara con las cinco zonas homólogas del campo superior.

Se utiliza para alteraciones producidas por patologías que causen alteraciones asimétricas, como el glaucoma. Es una prueba muy precisa para detectar defectos incipientes del campo visual (49).



*Ilustración 4.22. Análisis de la prueba del hemicampo para el glaucoma (PHG) (53).*

Los resultados posibles pueden ser: Dentro de los límites normales, fuera de los límites normales, caso dudoso, reducción general de la sensibilidad o sensibilidad anormalmente elevada.

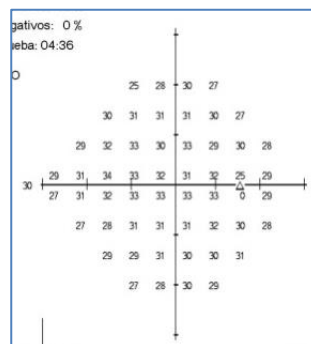
## 5. Mapas:

Los resultados del campo visual del paciente se representan mediante cuatro mapas diferentes (49).

### 1. Mapa de valores umbral

Representa los valores del umbral luminoso diferencial, en decibelios (dB), para cada uno de los puntos examinados. Algunos de los puntos se examinan en más de una ocasión, en el mapa se representa entre parentesis el valor del segundo resultado.

El mapa de valores umbral realiza un análisis cuantitativo, útil para el control y seguimiento de patologías.

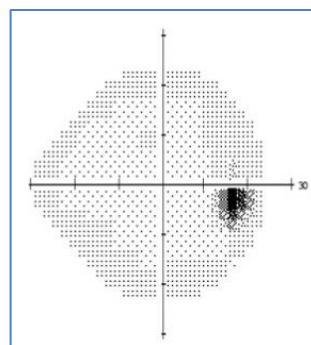


*Ilustración 4.23. Mapa de valores umbral del OD, CV 24-2 SS. Resultados Caso 2.*

### 2. Mapa de grises

Representa las zonas del campo visual afectadas mediante diferentes tonos de grises. Los puntos donde el gris es más oscuro indican una sensibilidad reducida, por otro lado, los puntos más claros indican una sensibilidad normal.

El mapa de grises es un análisis cualitativo que muestra una idea general del campo visual. Permite identificar lesiones locales, patrones neurooftalmológicos y artefactos.

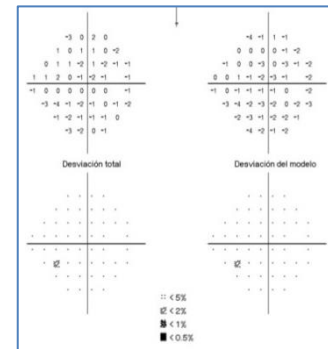


*Ilustración 4.24. Mapa de grises del OD, CV 24-2 SS. Resultados Caso 2.*

### 3. Mapa de desviación total

Representa la comparación de los valores del campo visual del paciente examinado respecto los valores de un paciente sano con las mismas características y edad. En el mapa superior se representa en dB, con un valor 0 aquellos puntos que comparte el paciente examinado con el paciente sano de iguales características. Los puntos que se evalúan de forma negativa estarán por debajo del valor esperado, y por tanto, alterados. Mientras más lejos del 0 se encuentre mayor afectación habrá. De lo contrario, los puntos que se evalúan de forma positiva estarán por encima de lo esperado.

El mapa interior, representa el mapa de desviación total en probabilidades. Cuanto más oscuro es el punto, menos probabilidad de que la diferencia no se deba al azar. En la leyenda de colores se representa la probabilidad a la que corresponde cada tono de gris. El mapa de desviación total informa hasta que punto el campo visual se desvía de los valores normales para la edad del paciente examinado.



*Ilustración 4.25. Mapa de desviación total y mapa de desviación patrón o modelo del OD. Resultados Caso 2.*

#### 4. Mapa de desviación patrón o modelo

La gráfica superior representa la corrección de los valores del mapa de desviación total teniendo en cuenta el valor de la desviación media (DM).

Permite representar defectos focales como escotomas cuando los medios del paciente están opacificados.

La gráfica inferior, al igual que en el caso del mapa de desviación total, representa la probabilidad del mismo modo.

La campimetría computerizada de Humphrey permite realizar la evaluación de la progresión (GPA). El GPA consiste en una hoja de datos compartivos de diferentes campimetrías de un paciente. Cuando el paciente se realiza el tercer campo visual consecutivo, la base de datos del campímetro compara los dos primeros mapas con el último realizado. Además, se realiza de forma automática una gráfica de progresión. En esta, se calcula el valor de la tasa de progresión del defecto campimétrico. Es muy útil para el seguimiento de las patologías.

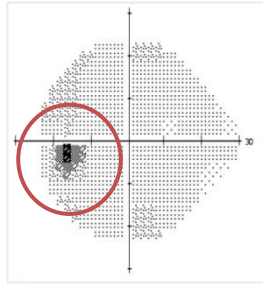
#### Defectos campimétricos:

Según la localización de la afectación de las fibras nerviosas la pérdida del campo visual tendrá unas características u otras. Se diferencian los siguientes defectos campimétricos (50):

- **Escotoma:** Defecto aislado localizado. En función de donde se localiza el escotoma se le llamará: central, paracentral, anular o periférico.

En todos los pacientes se debe observar el escotoma fisiológico o mancha ciega de Marriot que corresponde a la inserción del nervio óptico en el globo ocular. La mancha ciega se encuentra a 15° temporales respecto al punto de fijación central (mácula).





*Ilustración 4.26. CV 24-2 SS, mapa de grises OI. En el lado temporal se observa en rojo el escotoma fisiológico. Campo Visual Caso n° 3.*

Cuando el enfermo es consciente de que percibe una mancha negra en el campo visual se le llama **escotoma positivo**. Por otro lado, cuando el paciente no es consciente del escotoma se le llama **escotoma negativo**. Los escotomas negativos pueden dividirse en **absolutos**, cuando el área afectada es total, o **relativos**, cuando existe una disminución de la percepción de luz o colores.

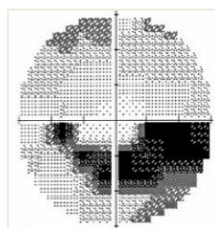
- **Cuadrantanópsia:** Defecto que afecta a un solo cuadrante del campo visual monocular.
- **Hemianopsia lateral:** Pérdida lateral de la mitad del CV respecto el meridiano vertical. Puede presentarse de forma unilateral o bilateral.

Las cuadrantanópsias y las hemianopsias pueden ser:

Homónima: Cuando la afectación se encuentra en la parte izquierda o en la derecha del CV de ambos ojos.

Heterónima: Cuando la afectación se encuentra en el lado temporal o nasal del CV de ambos ojos.

- **Hemianopsia altitudinal:** Pérdida altitudinal de la mitad del CV respecto el meridiano horizontal.
- **Pérdidas concéntricas:** Pérdida que afecta por igual a toda la periferia. A medida que progresa se extiende en forma de arco (forma arciforme) hasta producir la pérdida total.



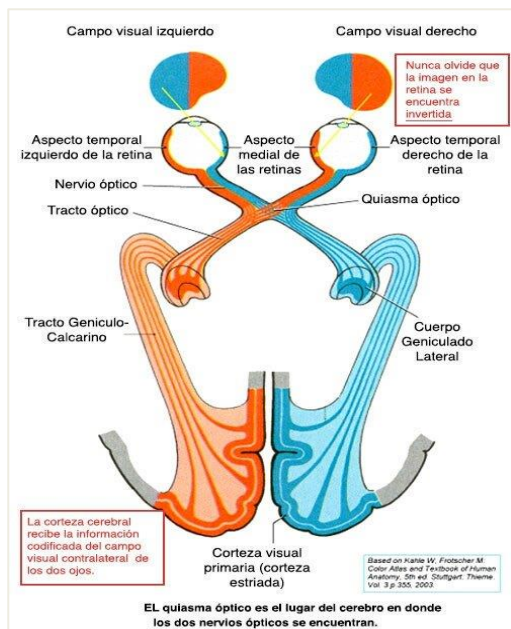
*Ilustración 4.27. CV 24-2 SS, mapa de grises OI. Pérdida arciforme inferior de origen nasal en un paciente con glaucoma (72).*



- **Amaurosis:** Es la pérdida total del CV. En algunos casos puede permanecer la percepción de luz.

En cualquier caso, todos los defectos nombrados pueden presentarse de forma difusa o focal. Cuando se habla de un **defecto difuso**, se produce una disminución de la sensibilidad, y por tanto, del contraste en la zona afectada. Por otro lado, cuando se trata de un defecto **focal o localizado**, se produce la pérdida total de la sensibilidad en la zona afectada.

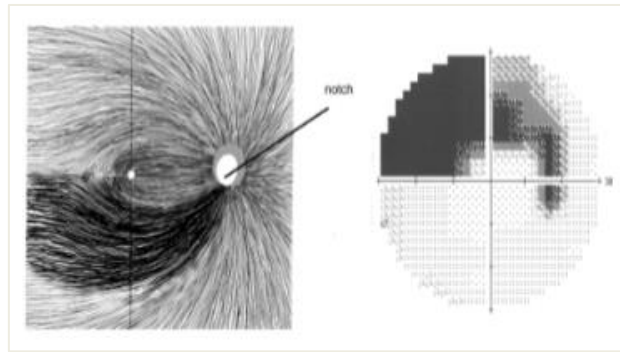
Cuando los campos visuales de ambos ojos son parecidos se categorizan como **congruentes**. De lo contrario, si los campos visuales de ambos ojos no son parecidos de les denominará **incongruentes**. Mientras más congruentes son los campos visuales de un paciente indicará que la lesión se localiza en los núcleos geniculados laterales.



*Ilustración 4.28. Esquema de la disposición de las fibras neuroretinianas desde el globo ocular hasta la corteza cerebral (73).*

### **Defectos campimétricos típicos del glaucoma y relación con la retinografía:**

Las imágenes recogidas por la retina temporal de ambos ojos pertenecen al campo visual nasal y las imágenes recogidas por la retina nasal pertenecen al campo visual temporal. Del mismo modo sucede de forma vertical, la retina superior recoge las imágenes del campo visual inferior y la retina inferior recoge las imágenes del campo visual superior. Este dato se debe tener en cuenta en la interpretación de los resultados de un campo visual y de correlacionarlos con las afectaciones de las retinografías.



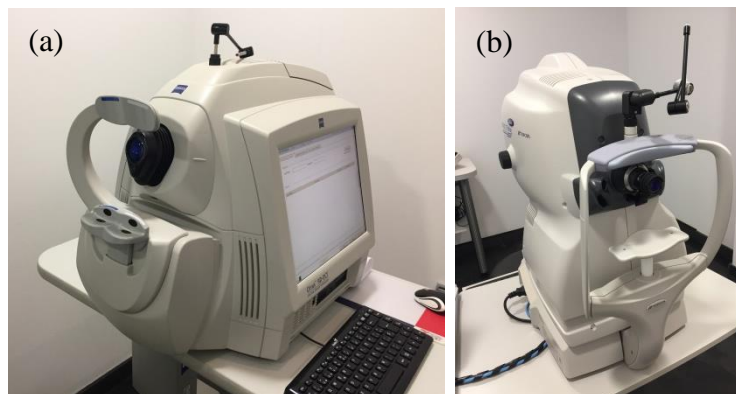
*Ilustración 4.29. Correspondencia de las fibras nerviosas de la retina y el campo visual (74).*

La campimetría es una prueba diagnóstica fundamental en el seguimiento del glaucoma debido a la gran cantidad de información que aporta sobre la progresión o sospecha de la enfermedad. Realizar un seguimiento campimétrico de esta enfermedad aportará al oftalmólogo información fundamental del tratamiento del paciente.

## **4.6. Tomografía de coherencia óptica (OCT)**

La tomografía de coherencia óptica (OCT, Optic Coherence Tomography, siglas en inglés) es una prueba diagnóstica no invasiva. Es una prueba de imagen que utiliza ondas de luz para realizar fotografías de una sección de las estructuras oculares (51).

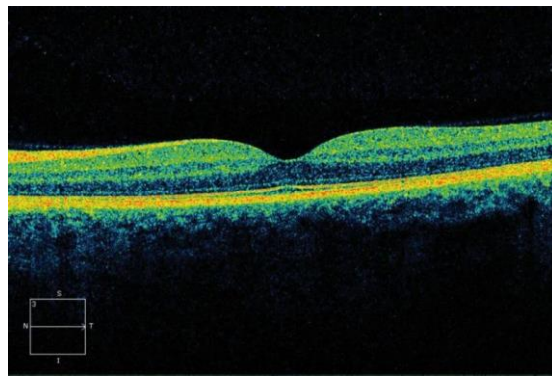
La OCT se basa en el principio óptico de la interferometría. Utiliza una fuente de luz infrarroja que penetra en el ojo, se refleja en la estructura estudiada, y cuando ale del ojo se genera una interferencia. La interferencia es traducida por la OCT en un mapa de grosores (52).



*Ilustración 4.30. (a). OCT spectral-domain Cirrus de Carl Zeiss; (b). DRI OCT Triton de TOP CON.*

Se pueden examinar distintas tintas estructuras oculares como, la mácula (retina), la papila óptica, la córnea y la cámara anterior (ángulo iridocorneal).

Mediante la OCT se pueden realizar mediciones del espesor y tamaño de las estructuras oculares. Por tanto, es útil para el diagnóstico de multitud de patologías oculares, ya sean de polo anterior o de polo posterior. Algunas de estas patologías pueden ser: agujero macular, membrana epirretiniana, edema macular, retinopatía diabética, retinopatía serosa central, degeneración macular asociada a la edad, glaucoma, etc. (51)(53).



*Ilustración 4.31. OCT de mácula ( segmento posterior) (75).*

La OCT es fundamental en pacientes con glaucoma. Como se comenta anteriormente (Apartado 2), el nervio óptico está formado por miles de fibras nerviosas que envían señales desde la retina hasta el cerebro. Cuando se produce una pérdida de fibras poco relevante, la retinoscopía no es una prueba adecuada para discernir si el glaucoma está evolucionando. Por otro lado, la OCT es capaz de captar cambios insignificantes para el ojo humano.

La OCT, es una herramienta muy útil para la detección de pequeños defectos en el nervio óptico, y así, diagnosticar esta patología en fases incipientes antes de que el paciente padezca una afectación campimétrica (52)(54).

Es una prueba rápida y sencilla de realizar, además, no es necesaria ninguna preparación previa del paciente. Por otro lado, es conveniente la instilación de un colirio midriático 15 minutos antes de la realización de la prueba para favorecer la calidad de la imagen.

El paciente debe permanecer sentado frente a la mentonera. En función de la estructura que se examina las instrucciones hacia el paciente serán distintas. El paciente deberá mirar el estímulo fijador en todo momento. En cualquier caso, el escáner tarda entre 10

y 15 segundos en realizar la medida. Durante estos segundos, el paciente no podrá parpadear hasta que el optometrista informe (51) (55).

El inconveniente principal de esta prueba se da cuando los medios intraoculares del paciente no son transparentes, la OCT no puede realizarse de forma satisfactoria debido a las interferencias (51). Cualquier condición que interfiera con la luz que emite la OCT, como por ejemplo las cataratas maduras, una hemorragia intravítrea o excesivos fóculos volantes (desechos del humor vítreo, masa gelatinosa que se encuentra dentro del globo ocular entre el cristalino y la retina). Estas anomalías pueden producir artefactos en la imagen obtenida (52).

#### 4.6.1. OCT de segmento posterior

La OCT de segmento posterior es de gran utilidad en el diagnóstico y seguimiento de las patologías de la retina y del nervio óptico. En el glaucoma, esta prueba permite el análisis de la capa de fibras nerviosas de la retina que forman el nervio óptico (56).

La OCT spectral- domian Cirrus de Carl Zeiss es el más adecuado para realizar la OCT de las estructuras del segmento posterior como la mácula o el nervio óptico. Éste incorpora un software llamado GPA, (Guided Progression Analysis, siglas en inglés), el cual permite realizar el estudio de espesores y la progresión de la enfermedad.

#### Análisis e interpretación de resultados:

La OCT analiza los espesores de la capa de fibras nerviosas de la retina y las interpreta en forma de mapa de colores. Los colores calientes, como el rojo, el naranja o el amarillo corresponden con las zonas más densas, siendo el rojo el tejido más grueso (350µm). De lo contrario, los colores fríos como el azul cielo y el azul marino corresponden a las zonas más débiles, siendo el azul marino el tejido más dañado (0 µm) (57).

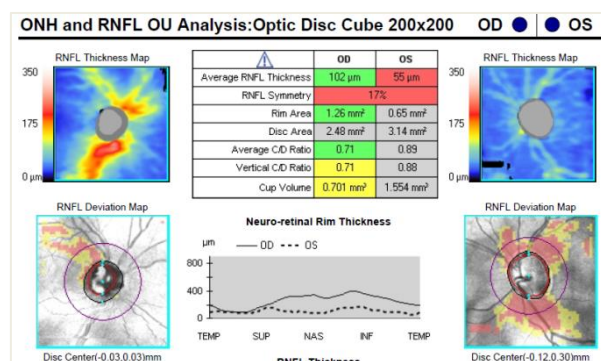


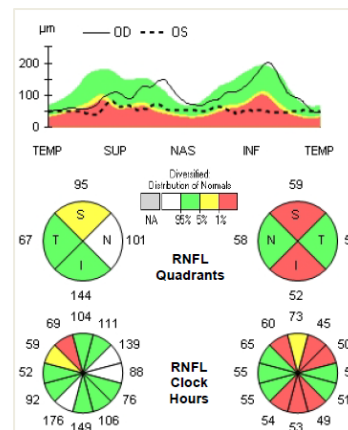
Ilustración 4.32. OCT de CFNR (segmento posterior) OCT spectral- domian Cirrus de Carl Zeiss. Resultados OCT Caso n°1.

En la tabla de datos se evalúa: Simetría entre la capa de fibras nerviosas de la retina (CFNR) de cada ojo (en %), área de la copa del nervio óptico (en  $\text{mm}^2$ ), área del disco del nervio óptico (en  $\text{mm}^2$ ), relación C/D, volumen de la copa (en  $\text{mm}^3$ ).

También realiza una gráfica de espesores y un esquema circular que representa (en  $\mu\text{m}$ ) el espesor de la CFNR en cada cuadrante.

Teniendo en cuenta la base de datos de la OCT, los valores anormales se representan sobre un fondo rojo, los valores que se encuentran al límite en amarillo y los valores que están dentro de la normalidad en verde (53).

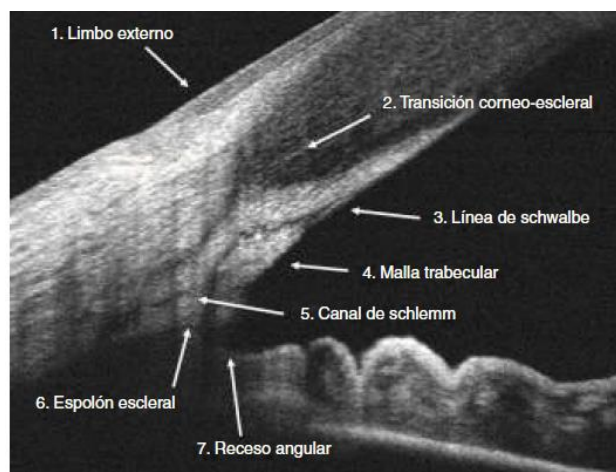
*Ilustración 4.33. OCT de CFNR (segmento posterior) OCT spectral-domain Cirrus de Carl Zeiss. Resultados OCT Caso n°1.*



#### 4.6.2. OCT de segmento anterior

La DRI OCT Triton de TOP CON, es la más adecuada para conseguir imágenes del segmento anterior. Ésta aporta información cualitativa i cuantitativa de la córnea, de la cámara anterior, del ángulo iridocorneal del iris y del cristalino. Permite realizar secciones del globo ocular (56).

Las aplicaciones de la OCT de segmento anterior en el glaucoma son multiles. Ésta permite obtener imágenes de alta resolución del ángulo iridocorneal. a diferencia de la gonioscopía (Apartado 4.3) la observación del ángulo es estática. Aun así, es de gran auda cuando se debe valorar la profundidad de la cámara anterior, el ángulo camerular y la configuración del iris. Permite analizar el ángulo iridocorneal de forma objetiva, a diferencia d ela gonioscopia que tiene parte de componente subjetivo en función del examinador.



*Ilustración 4.34. Estructuras que forman el ángulo iridocorneal mediante OCT (58).*

### **Análisis e interpretación de resultados:**

La evaluación del ángulo iridocorneal se realiza partiendo de la localización de espolón escleral. El espolón escleral representa la unión entre la pared interna de la malla trabecular y la esclera, observándose una protusión desde la esclera hacia la cámara anterior en forma de cuña.

El método para determinar el ángulo iridocorneal es trazar una línea imaginaria desde el espolón hasta la cámara anterior, haciéndola coincidir perpendicularmente con una línea desde el primer pliegue del iris (58).



*Ilustración 4.35. OCT de segmento anterior. Ángulo iridocorneal. DRI OCT Triton de TOP CON. Resultados Caso n° 3.*

La OCT de ángulo también es una herramienta muy útil para valorar al paciente antes y después de la iridectomía periférica (58).

## **5. Casos clínicos**

A continuación, se desarrollarán algunos casos clínicos trabajados durante las prácticas externas de este trabajo de final de grado realizadas en el Institut Comtal d'Oftalmologia de Barcelona (CEM).

Se han elegido cuatro casos con diferentes etiologías y características sobre el glaucoma. En la exposición de los cuales podremos valorar y discriminar la importancia de las pruebas diagnósticas de salud visual en el diagnóstico y seguimiento de la enfermedad. Actualmente, gran parte de los instrumentos que se utilizan para realizar las pruebas de salud visual permiten hacer un seguimiento de la progresión de la enfermedad en función del tiempo y para un paciente determinado. Este dato es muy importante, debido a cada paciente tiene unas características anatómicas concretas y por tanto la comparativa es mucho más fiable.



## 5.1. Caso clínico nº1. Glaucoma congénito

### ▪ Presentación del caso:

Varón de 41 años con glaucoma congénito bilateral intervenido de goniotomía a los 6 meses de vida y a los 7 años de vida en AO. Posteriormente a los 16 años intervenido de trabeculectomía en OI. El paciente no presenta otras patologías asociadas. Actualmente el paciente presenta Glaucoma moderado en OD mientras que en el OI presenta ceguera total debido al glaucoma (amaurosis).

En 2015, se procede a realizar un estudio genético con diagnóstico positivo (mutación de tipo polimorfismo en gen YP1B1), quiere ser padre. Aun así, no presenta antecedentes familiares relevantes. Los resultados indican que hay poco riesgo de que sus descendientes lo hereden.

Posteriormente, en 2016, la PIO del OI era estable sin tratamiento (12 mmHg) pero la PIO del OD era elevada (32 mmHg). Se decide prescribir tratamiento sistémico máximo con inhibidores de la anhidrasa carbónica (Acetaolamida), aunque la PIO del OD permanece inestable. Valorando los posibles efectos secundarios del tratamiento sistémico y el mal control de la PIO del OD con tratamiento, finalmente, se decide realizar tratamiento quirúrgico en OD. Se ha implantado un dispositivo XEN®<sup>(1)</sup> sin incidencias. <sup>(1)</sup> **Dispositivo XEN®:** Dispositivo tubular de apenas 6mm de longitud. Hecho de coágono biocompatible permanente, no se degrada con el tiempo. Permite un descenso controlado de la PIO (59).

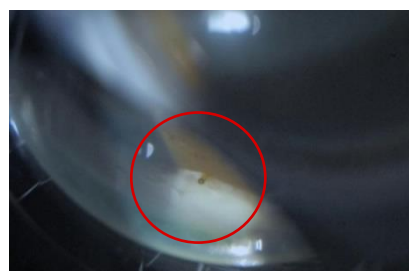
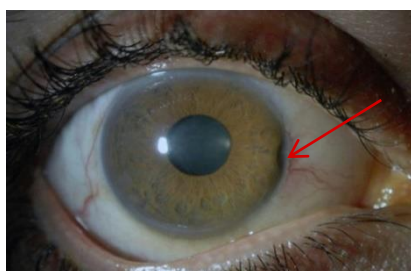


Ilustración 1 y 2. Fotografías postoperatorio, implantación del dispositivo XEN® en OD.

### ▪ Exploración optométrica preliminar 2017:

Pruebas preliminares	OD	OI
Refracción	88°-3.75+2.75    AV <sub>VL</sub> : 0.75 / AV <sub>VP</sub> : 0.80	Amaurosis
PIO (tonómetro aire)	15 mmHg	12 mmHg

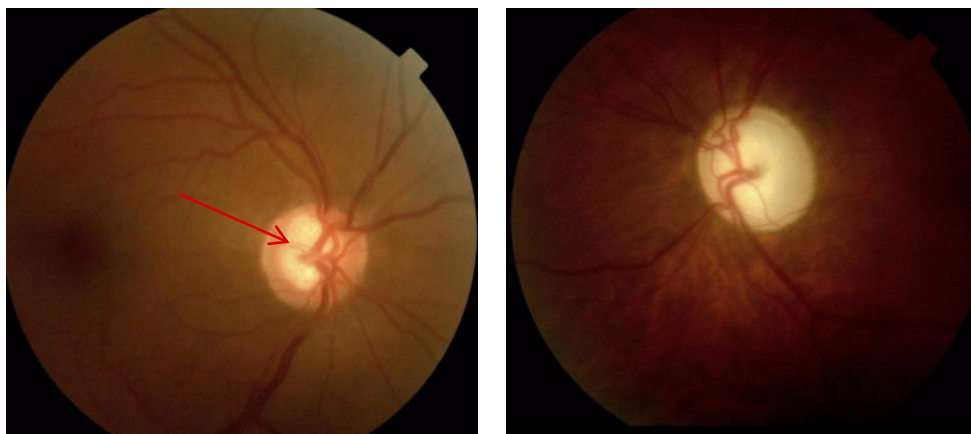
Tabla 1. Tabla de resultados de las pruebas preliminares 2017.



- **Seguimiento de exploraciones optométricas complementarias 2017:**

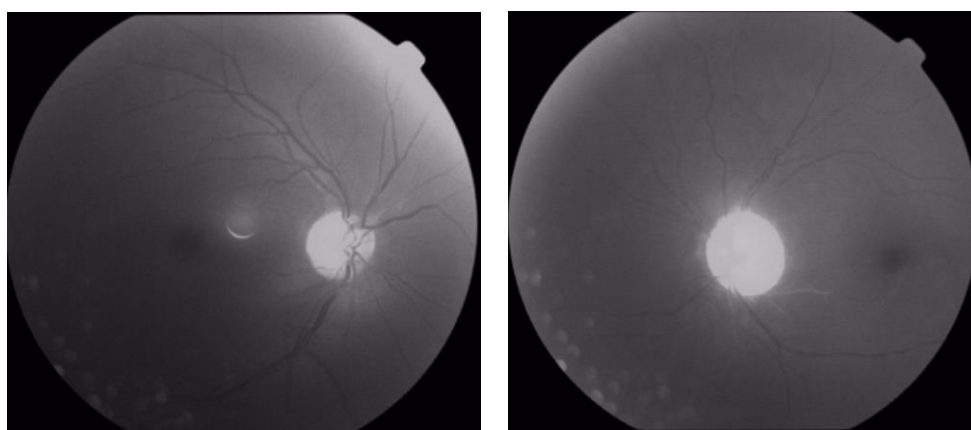
Actualmente, se le realizan revisiones oftalmológicas de control cada 6 meses, en las que se valora hacer un seguimiento de las pruebas de salud visual más relevantes.

**1. Retinografía del nervio óptico y capa de fibras ganglionares de la retina:**



*Ilustración 3. Retinografías del nervio óptico. (a) OD; (b) OI.*

Las retinografías de ambos ojos muestran signos de papila glaucomatosa. La relación copa disco (C/D) aproximada es 0.7 en el OD y de 0.9 en el OI. Se aprecian alteraciones en ambas papilas ópticas, pudiendo observar la lámina cribosa en ambos casos, a pesar de que se aprecia mejor en la papila del OD. La mácula en el OD se aprecia contrastada y el resto de la retina parece estar dentro de la normalidad. La mácula del OI no se observa en la imagen por a la falta de fijación de paciente, probablemente debida a la amaurosis de ese ojo. No se aprecian hemorragias en ninguno de los ojos.



*Ilustración 4. Retinografías de la capa de fibras nerviosas de la retina de AO. (a) OD; (b) OI.*

Por lo que hace a la valoración de las fibras ganglionares de la retina en ambos ojos, la retinografía muestra la pérdida importante de la capa de fibras nerviosas.

## 2. Campimetrías para valorar la pérdida del campo visual (CV) del paciente :

Se realiza la campimetría computarizada 24-2 SITA - Standard con un estímulo III blanco sobre blanco (B-B) en el OD. Únicamente se realiza en el OD puesto que en el OI no es posible realizarla por falta de visión.

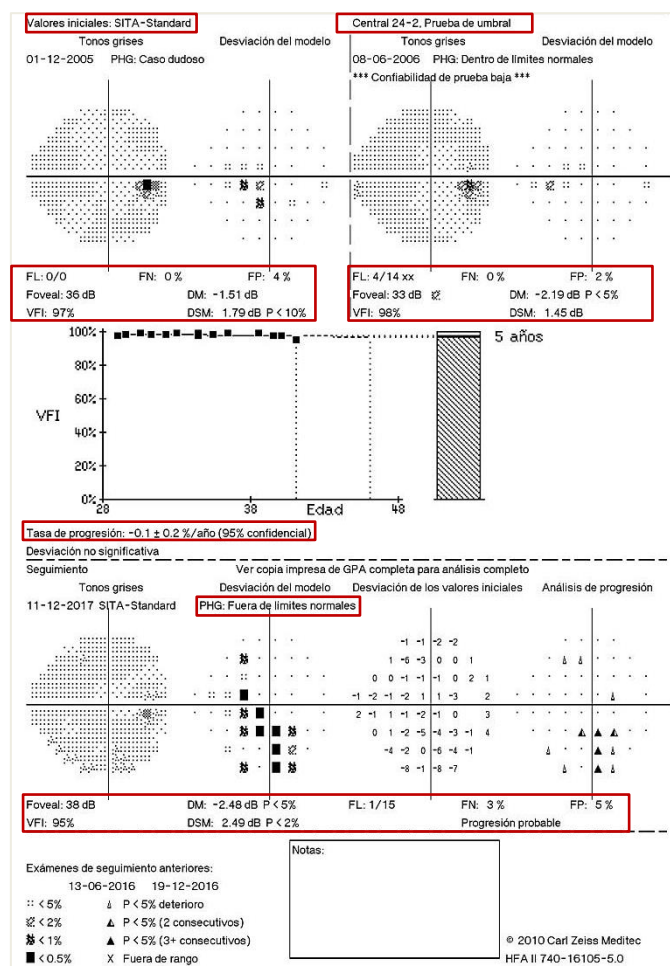
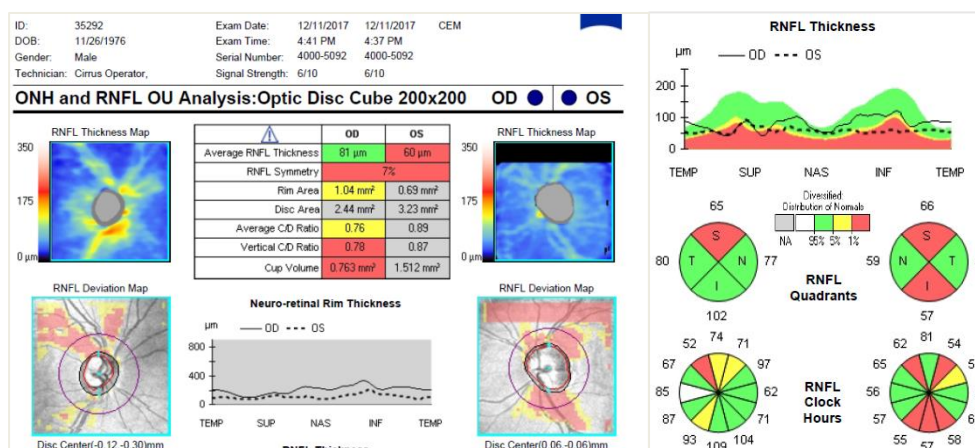


Ilustración 5. Registro del Campo visual OD.

Los resultados del campo visual del OD están fuera de los límites de normalidad. Los índices de fiabilidad son correctos. Los índices globales de campo no están dentro de la normalidad, el valor de la desviación media (DM) es elevado según los valores esperados, valor de probabilidad ( $P < 5\%$ ), indicando que el valor obtenido por el paciente está fuera del 95 % de la población de la misma edad. El valor de desviación estándar media (DSM) también es elevado, según los valores esperados, valor de probabilidad ( $P < 2\%$ ), indicando la probabilidad de escotomas. Con todo esto junto a la gráfica que indica la tasa de progresión:  $-0.1 \pm 0.2\%$  / año, podemos determinar que el paciente se encuentra relativamente estable en la enfermedad, a pesar de padecer afectaciones importantes del CV central.

### 3. Tomografía de coherencia óptica de segmento posterior (OCT de CFNR):



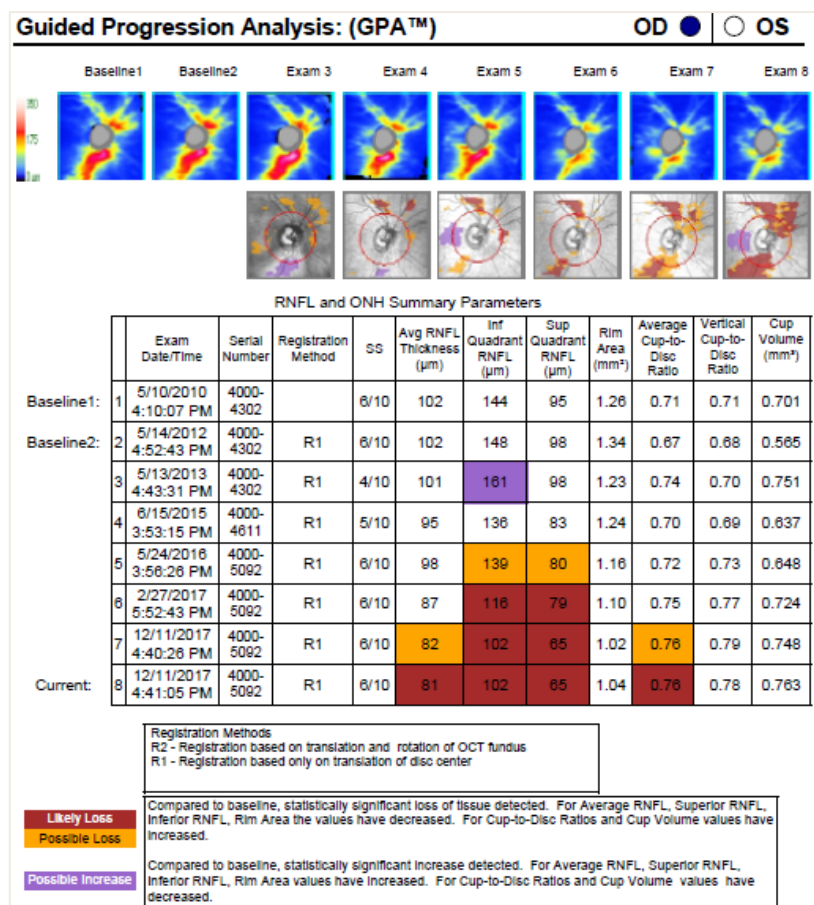
*Ilustración 6. Registro de la Tomografía de coherencia óptica de la capa de fibras nerviosas de la retina de ambos ojos.*

Los resultados de la OCT de ambos ojos se encuentran alterados. En el mapa de espesores observamos que los espesores del OD se encuentran aproximadamente sobre las 150 - 175  $\mu$ m de espesor. En el OI los espesores son inferiores a 150  $\mu$ m. Los valores de ambos ojos se encuentran por debajo de los esperados.

Los valores de la tabla de datos del OD, consideran una relación C/D de 0.76 y 0.89 para el OI, valores que corresponden a una papila glaucomatosa en estado avanzado. La simetría entre las papilas de los dos ojos es del 7%, el cual corrobora la diferencia de afectación que existe entre ojos.

La gráfica de espesores muestra que las afectaciones del OD son mayores en el cuadrante superior de la papila óptica, por otro lado, las afectaciones del OI son mayores en la zona superior e inferior de la papila.

En este paciente es importante la realización de la progresión de la pérdida de espesores GPA (Ilustración 1.7). Observamos que el paciente ha sufrido una pérdida de fibras en el OD, cuadrante superior e inferior respecto el último año. Aun a así, al tratarse de una pérdida de pocas micras no se ve reflejado en los resultados del campo visual.



*Ilustración 7. Registro GPA de la Tomografía de coherencia óptica de la capa de fibras nerviosas de la retina del OD.*

### ▪ Conclusión del caso:

El glaucoma congénito como se explica anteriormente (Apartado 2.4.4) conlleva un defecto congénito en el desarrollo de la malla trabecular y las estructuras angulares. Por ese motivo es importante que los pacientes con esta patología como el paciente de este primer caso clínico se realicen revisiones anualmente.

Habitualmente en estos pacientes se les suele combinar el tratamiento sistémico o tópico junto al tratamiento quirúrgico, como podemos ver en el caso clínico expuesto.

En este caso, además también es importante realizar revisiones para el control del dispositivo XEN® y su funcionamiento. Generalmente algunos de estos dispositivos requieren cambios en el tiempo.

## 5.2. Caso clínico nº2. Síndrome de dispersión pigmentaria

### ▪ Presentación del caso:

Mujer caucásica de 44 años sin antecedentes familiares de enfermedades oculares. En 2013, fue intervenida de cirugía refractiva (Lasik<sup>1</sup>) en ambos ojos por presentar OD: 90°-0.75-1.50 // OI: 90°-0.75-2.00. Posteriormente, en 2014, se produjo en el OD un recrecimiento epitelial (perlas epiteliales) en el margen temporal superior del flap, provocando hipermetropía residual de OD: 170°-0.25+0.50 // OI: -0.50. No se intervino.

En 2016, la paciente refería una mala visión a media y corta distancia, se optó por realizar una nueva intervención en el OD con la misma técnica. Al mes de la intervención, se observó nuevamente crecimiento de perlas endoteliales, esta vez en la zona nasal cerca del borde palpebral. Finalmente, se decidió extraer de nuevo las perlas epiteliales del OD. En 2017, la paciente acude a una visita de control, durante la exploración del segmento anterior, se observa pigmento en el endotelio del OD, no manifiesto anteriormente. Finalmente, tras realizarle las pruebas de salud visual pertinentes, se le diagnostica síndrome de dispersión pigmentaria. Se decide realizarle la iridotomía periférica con láser Yag en AO de forma preventiva.

<sup>1</sup>Lasik (Assisted in Situ Keratomileusis, siglas en inglés).

### ▪ Exploración preliminar :

Pruebas preliminares	OD	OI
<b>Preoperatorio 2013</b>	90°-0.75-1.50 (AV <sub>cc</sub> : 1) PIO <sub>Gold</sub> : 20 mmHg	90°-0.75-2.00 (AV <sub>cc</sub> : 1) PIO <sub>Gold</sub> : 19 mmHg
<b>Postoperatorio 2014</b>	170°-0.25+0.50 (AV <sub>sc</sub> : 1.2) PIO <sub>Gold</sub> : 17 mmHg <u>Segmento anterior</u> : Pequeña placa epitelial en margen temporal del flap.	-0.50 (AV <sub>sc</sub> : 1) PIO <sub>Gold</sub> : 16 mmHg <u>Segmento anterior</u> : Córnea clara
<b>Postoperatorio retoque 2016</b>	+0.00 (AV <sub>sc</sub> : 1) PIO <sub>Gold</sub> : 21 mmHg <u>Segmento anterior</u> : Bordes flap muy remarcados.	+0.00 (AV <sub>sc</sub> : 0.9) PIO <sub>Gold</sub> : 21 mmHg <u>Segmento anterior</u> : Bordes flap muy remarcados.
<b>Control 2017</b>	<u>Segmento anterior</u> : Huso kruskemberg, retroiluminación.	<u>Segmento anterior</u> : No se observa retroiluminación.

Tabla 1. Temporalización de caso.

▪ **Exploración optométrica complementaria 2017:**

Tras encontrar residuos de pigmento en el endotelio corneal del OD de la paciente, se decide realizar diversas pruebas de salud visual:

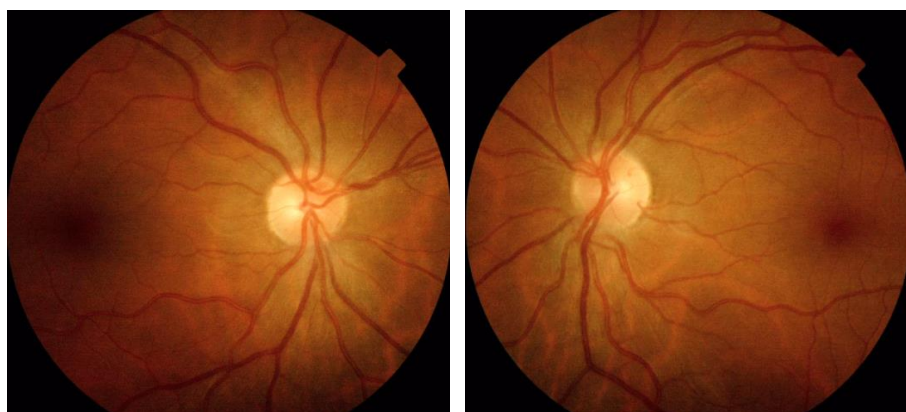
**1. Gonioscopía:**

Exploración	OD	OI
Ángulo	II	II
Cámara Anterior	G III	G III
Disposición iris	Iris cóncavo	Iris cóncavo
Pigmento	+++	+++

*Tabla 2. Resultados gonioscopía de ambos ojos (Sistema APIC).*

Los resultados de la gonioscopía indican un ángulo iridocorneal abierto, además, de una cámara anterior profunda. Esto concuerda con un iris cóncavo. La presencia de gran cantidad de pigmento en la cámara anterior indica síndrome de dispersión pigmentaria.

**2. Retinografía del nervio óptico y capa de fibras ganglionares de la retina:**



*Ilustración 1. Retinografías del nervio óptico. (a) OD; (b) OI.*

Las retinografías de ambos ojos no muestran signos sospechosos de glaucoma incipiente. La relación copa disco (C/D) aproximada es 0.4 en el OD y de 0.3 en el OI. No se aprecian alteraciones en las papilas ópticas. La mácula en ambos ojos se aprecia contrastada y el resto de la retina parece estar dentro de la normalidad. No se aprecian hemorragias en ninguno de los ojos.



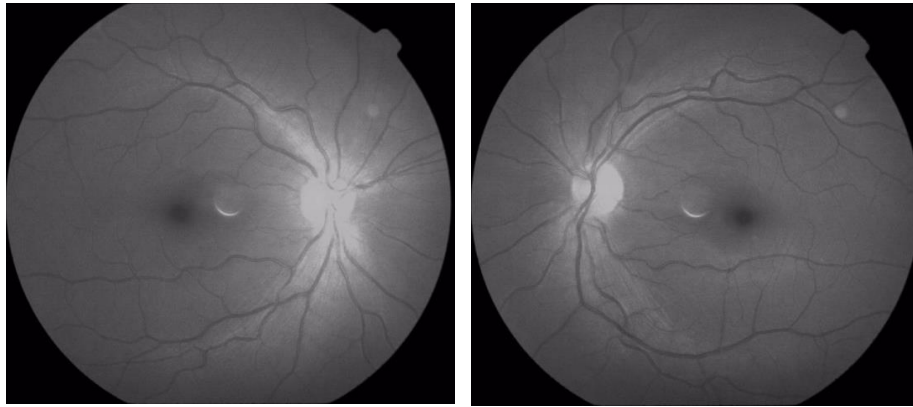


Ilustración 2. Retinografías de la capa de fibras nerviosas de la retina de AO. (a) OD; (b) OI.

Por lo que hace a la valoración de las fibras ganglionares de la retina en ambos ojos, la retinografía muestra normalidad.

### 3. Campimetría computarizada:

Se realiza la campimetría computarizada 24-2 SITA - Standard con un estímulo III blanco sobre blanco (B-B) para cada ojo.

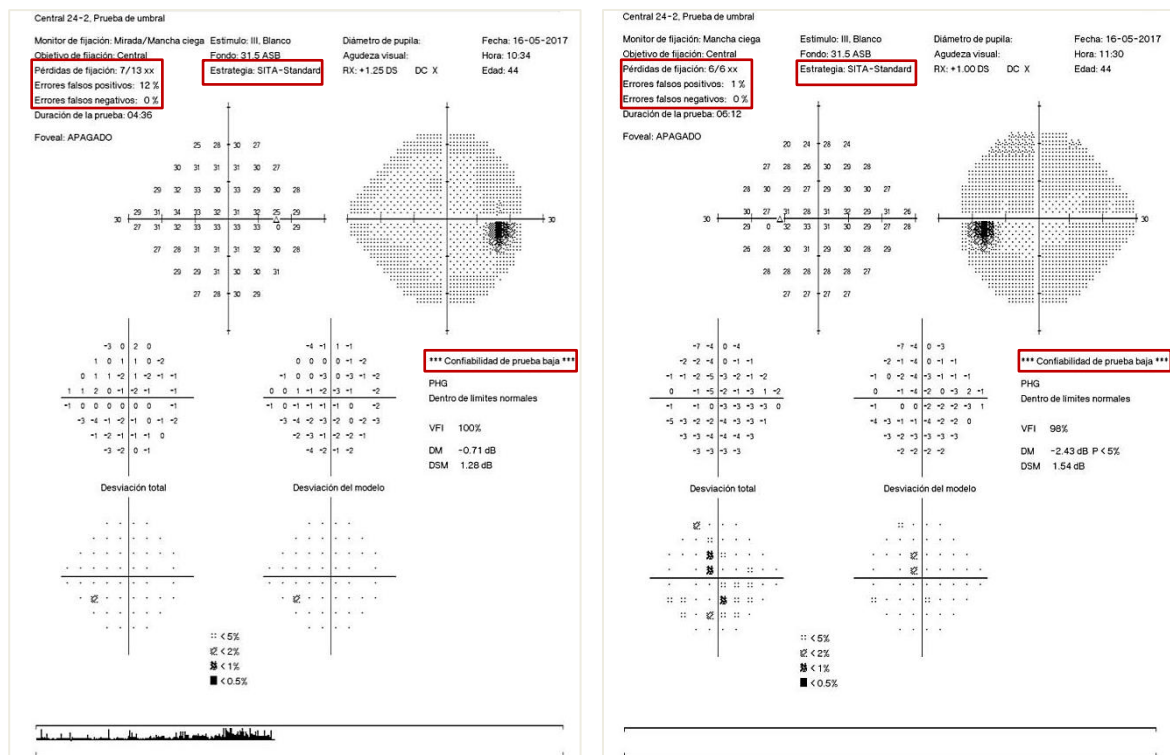


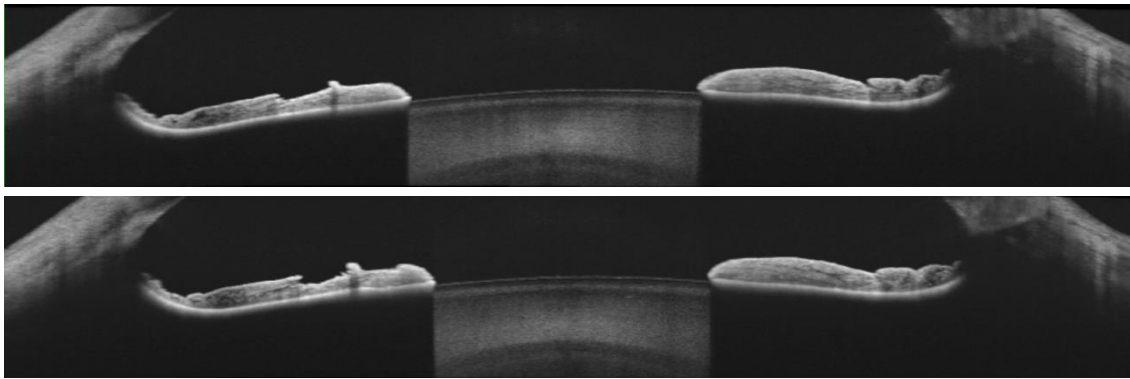
Ilustración 3 i 4. Resultados campimetría de ambos ojos. (a) OD; (b) OI.

Los resultados del campo visual están dentro de la normalidad tanto para el OD como para el OI. Aun así, es importante tener en cuenta que se observan valores alterados en los índices de fiabilidad, concretamente en las pérdidas de fijación, en ambas

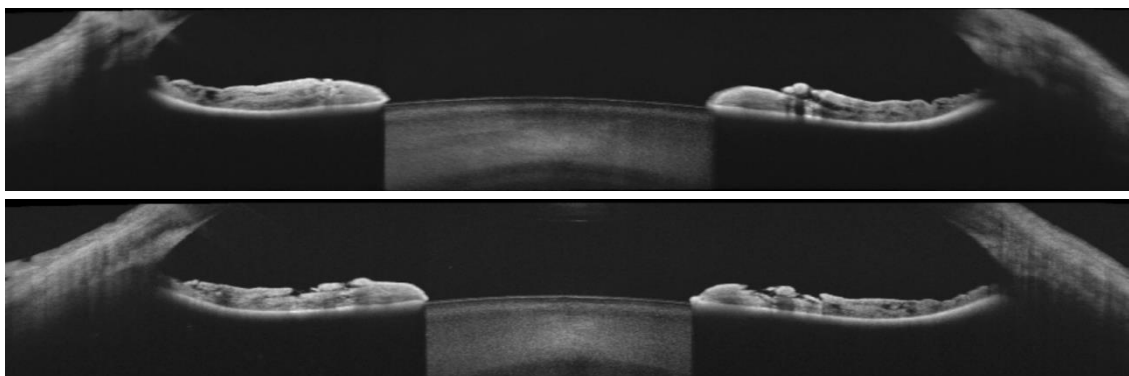
campimetrías este índice está marcado con el símbolo “XX”, que indican que las pérdidas de fijación durante la prueba han sido superiores al 20%.

Los índices globales de campo en el OD están dentro de la normalidad mientras que en el OI el valor de la desviación media (DM) elevada según los valores esperados, observamos que este índice va acompañado de un valor de probabilidad ( $P < 5\%$ ) indicando que el valor obtenido por el paciente está fuera del 95 % de la población de la misma edad. Con todo esto, podemos determinar que la paciente hoy por hoy no sufre pérdidas del campo visual indicativas de glaucoma.

#### **4. Tomografía de coherencia óptica de segmento anterior (OCT de SA):**



*Ilustración 5. OCT de SA del OD en condiciones fotópicas (imagen superior) y en condiciones escotópicas (imagen inferior).*



*Ilustración 6. OCT de SA del OI en condiciones fotópicas (imagen superior) y en condiciones escotópicas (imagen inferior).*

Se decide realizar una Tomografía de coherencia óptica de segmento anterior para valorar la opción de realizar una iridectomía periférica con láser Yag en AO como forma preventiva y evitar un aumento brusco de la PIO de AO como consecuencia del diagnóstico realizado de Síndrome de dispersión pigmentaria. En los registros de las



OCT de AO se observa un iris cóncavo que forma un ángulo iridocorneal muy abierto. También observamos la diferencia del diámetro pupilar entre las imágenes realizadas en condiciones fotópicas (diámetro pupilar mayor) y escotópicas (diámetro pupilar menor).

La iridectomía periférica (IP) se realiza principalmente en pacientes con riesgo de padecer glaucoma de ángulo cerrado para favorecer el drenaje entre cámara anterior y posterior y equilibrar las presiones entre ambas. Además, también cambia la disposición del iris y por tanto ampliar la CA.

El objetivo de este procedimiento quirúrgico para los casos de síndrome de dispersión pigmentaria, es reducir la presión intraocular y, por tanto, disminuir las probabilidades de que la paciente presente glaucoma pigmentario. Aun así, el uso de esta técnica en pacientes con Síndrome de dispersión pigmentaria, todavía está en estudio (60).

Se decide realizar la iridectomía de forma preventiva en AO. En las visitas de control posteriores a la iridectomía de AO, se observa una IP permeable y un iris regular, exceptuando el cuadrante inferior de ambos iris que sigue ligeramente cóncavo.

Plan de seguimiento: Tras la realización de éstas, ambas sin incidencias, se decide realizar de nuevo a la paciente una OCT de SA y una campimetría 2 meses más tarde para seguir el control.

▪ **Conclusión del caso:**

Muchos trastornos y enfermedades oculares pueden pasar desapercibido si los pacientes no acuden de forma regular al óptico-optometrista o al oftalmólogo. Este segundo caso es un ejemplo de ello. La paciente acude al centro oftalmológico para corregir su estado refractivo de forma quirúrgica para su propia comodidad. En controles posteriores de la cirugía refractiva, se aprecian algunos signos sospechosos sobre la presencia de Síndrome de dispersión pigmentaria. Finalmente, tras visitarse con el oftalmólogo especialista de glaucoma junto a las pruebas de salud visual que se le realizan, se le diagnostica finalmente Síndrome de dispersión pigmentaria, y se actúa en consecuencia.

En este caso, es muy importante el seguimiento de esta alteración del iris, ya que a pesar de haberle realizado la IP en AO de forma preventiva, la paciente podría desarrollar glaucoma pigmentario en un futuro. Por tanto, se deberá llevar un seguimiento anual por tal de prevenir riesgos.

### 5.3. Caso clínico nº3. Glaucoma primario de ángulo cerrado.

#### ▪ Presentación del caso:

Hombre caucásico de 67 años que viene por primera vez al centro en 2010 para realizarse una revisión. El paciente utiliza Timifto1 (colirio betabloqueante) para la hipertensión ocular. No tiene antecedentes familiares de enfermedades oculares, su refracción es OD: 100°-0.50-1 AVcc: 0.95 // OI: 80°-0.25-0.75 AVcc: 0.95. PIO: 22/18mmHg. En el examen del segmento posterior se observa una relación C/D: 0.6 en ambos ojos. Ante la sospecha de un paciente hipertensivo con riesgo de glaucoma se realizan distintas pruebas complementarias y se cambia el tratamiento.

En el 2017, después de 6 años valorando diferentes opciones de tratamiento sin buenos resultados (Tabla 3.1), se le realiza una iridectomía periférica (IP) con láser Yang en ambos ojos.

Dos meses más tarde, la IP del OD no es permeable y la PIO se encuentra muy elevada: 40/32 mmHg. Se decide volver a realizar IP OD y esclerectomía profunda no perforante (EPNP)<sup>(1)</sup> junto a la implantación de un dispositivo Esnoper<sup>(2)</sup> en OD. Un mes más tarde PIO: 12/29mmHg sin tratamiento. Finalmente, ante los buenos resultados, se programa esclerectomía profunda no perforante (EPNP) junto a la implantación de un dispositivo Esnoper también en el OI.

<sup>(1)</sup> **EPNP, Esclerectomía profunda no perforante:** Es una cirugía de drenaje para reducir la presión intraocular. Facilita la salida del humor acuoso desde la cámara anterior al espacio subconjuntival, a través de una membrana natural (ventana trabéculodescemética). Logra la reducción de la PIO de forma fisiológica (61).

<sup>(2)</sup> **Dispositivo Esnoper:** Válvula artificial que se utiliza para disminuir la PIO. Facilita la salida del HA de la cámara anterior.

Visita centro	Resultados
Primera visita Setiembre del 2010	<b>Tratamiento:</b> Timifto1 (colirio betabloqueante) <b>PIO:</b> 22/18 mmHg <b>Plan:</b> Cambio de tratamiento a Azarga colirio
Octubre del 2011	<b>Tratamiento:</b> Azarga colirio <b>PIO:</b> 14/14 mmHg <b>Plan:</b> 15 días sin tratamiento
Octubre del 2011	<b>Tratamiento:</b> Sin tratamiento <b>PIO:</b> 24/24 mmHg <b>Plan:</b> Seguir con Azarga colirio

<b>Marzo del 2012</b>	<b>Tratamiento:</b> Azarga colirio <b>PIO:</b> 18/18 mmHg <b>Plan:</b> Cambio tratamiento a Salfután colirio (análogo de la prostaglandinas)
<b>Abril del 2014</b>	<b>Tratamiento:</b> Salfután colirio <b>PIO:</b> 22/22mmHg <b>Plan:</b> Cambio tratamiento a Ganfort colirio
<b>Junio 2017</b>	<b>Tratamiento:</b> Ganfort colirio <b>PIO:</b> 19/19 mmHg <b>Plan:</b> Mismo tratamiento + Iridectomía ambos ojos.
<b>Setiembre del 2017</b>	<b>Tratamiento:</b> Iridectomía ambos ojos <b>PIO:</b> 44/32 mmHg <b>Plan:</b> Cosopt PF + Lumigan monodosis (parasimpático-miméticos)
<b>Noviembre del 2017</b>	<b>Tratamiento:</b> Cosopt PF + Lumigan monodosis <b>PIO:</b> 40/32 mmHg <b>Plan:</b> IP OD (hay fibras en la IP realizada en Junio) + Esclerectomia profunda no perforante (FPNP) con dispositivo Esnoper en OD.
<b>Noviembre del 2017</b>	<b>Tratamiento:</b> Cosopt PF + Lumigan monodosis <b>PIO:</b> 6/15 mmHg <b>Plan:</b> Se retira Cosopt PF + valorar EPNP de OI.
<b>Diciembre del 2017</b>	<b>Tratamiento:</b> Lumigan monodosis <b>PIO:</b> 12/29 mmHg <b>Plan:</b> Mismo tratamiento + EPNP OI.

*Tabla 1. Tabla de progresión PIO y tratamientos.*

▪ **Exploración optométrica complementaria 2017:**

Tras diagnosticarle glaucoma primario de ángulo cerrado por hipertensión ocular se decide realizar diversas pruebas de salud visual:

**1. Gonioscopía:**

<b>Exploración (Junio 2017)</b>	<b>OD</b>	<b>OI</b>
<b>Ángulo</b>	II	II
<b>Cámara Anterior</b>	G II	G II
<b>Disposición iris</b>	Iris convexo	Iris convexo
<b>Pigmento</b>	+	+

*Tabla 2. Resultados gonioscopía, Junio 2017 (Sistema APIC).*

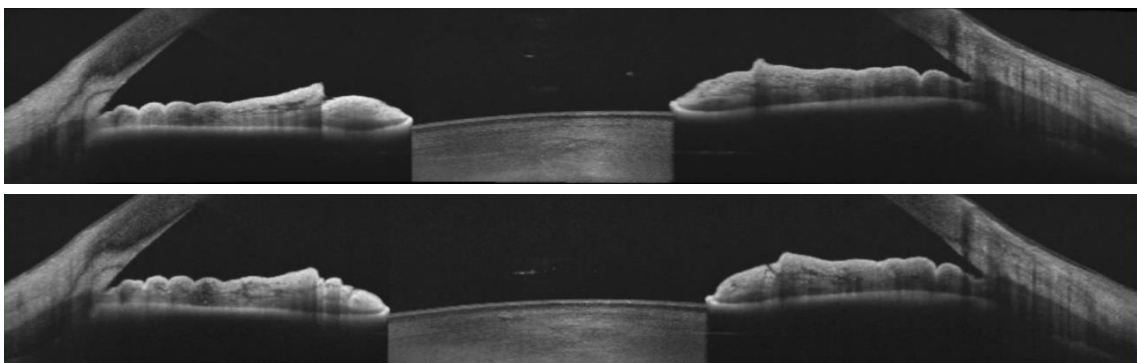
Los resultados de la gonioscopía indican un ángulo muy estrecho, además, de una cámara anterior profunda. Esto concuerda con un iris convexo. Presencia de poca cantidad de pigmento.

Exploración (Noviembre 2017)	OD	OI
Ángulo	III	III
Cámara Anterior	G II	G II
Disposición iris	Iris regular	Iris regular
Pigmento	+	+

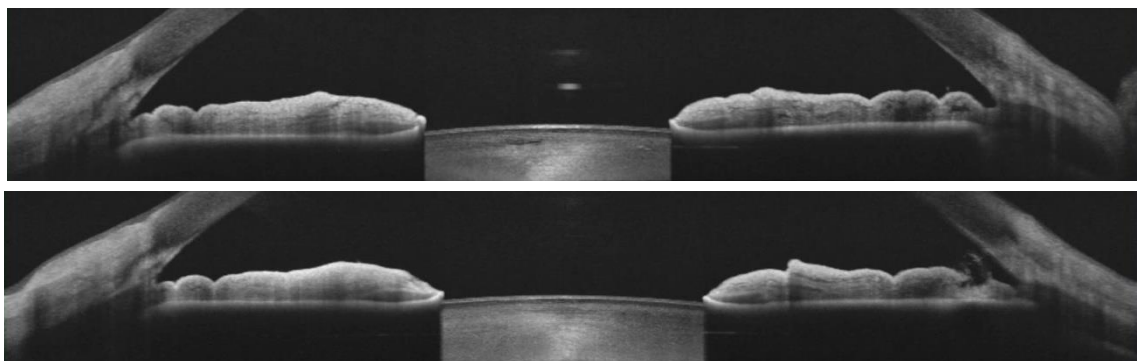
*Tabla 3. Resultados de la gonioscopía, Noviembre 2017. Postcirugía iridotomía periférica en ambos ojos (Sistema APIC).*

Tras realizar la iridectomía periférica con láser Yang, se observa un iris más regular. Por otro lado la profundidad de la cámara anterior continua siendo estrecha. Presencia de poca cantidad de pigmento.

## 2. Tomografía de coherencia óptica de segmento anterior (OCT de SA):



*Ilustración 1. OCT de SA del OD en condiciones fotópicas (imagen superior) y en condiciones escotópicas (imagen inferior).*



*Ilustración 2. OCT de SA del OI en condiciones fotópicas (imagen superior) y en condiciones escotópicas (imagen inferior).*

Se realiza una Tomografía de coherencia óptica de segmento anterior para evaluar el resultado de la iridectomía con láser Yag en AO. En resultados de la OCT de AO se observa un ángulo iridocorneal muy estrecho. La disposición del iris es algo platoide y espolón escleral no visible debido a que se encuentra por detrás de la inserción del iris. Inserción del iris al nivel de la malla trabecular en AO.

Se recomienda no instilar gotas midriáticas (tropicamida) al realizar el resto de pruebas diagnósticas.

### 3. Tomografía de coherencia óptica de segmento posterior (OCT de CFNR):

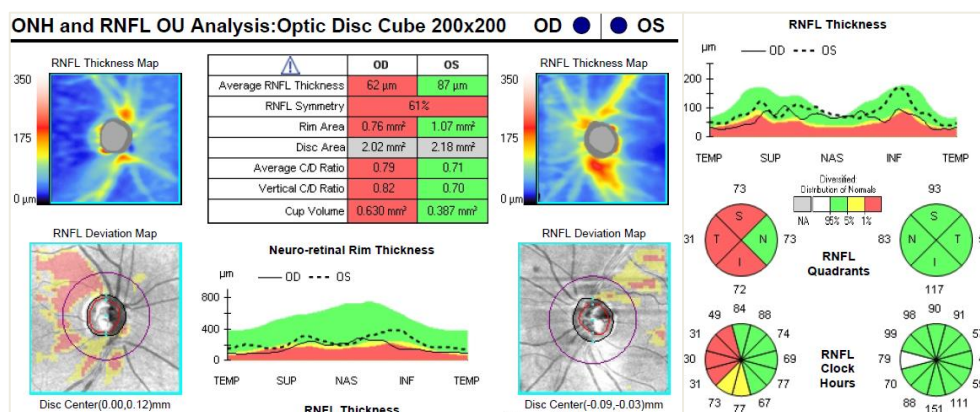


Ilustración 3. Registro de la Tomografía de coherencia óptica de la capa de fibras nerviosas de la retina de ambos ojos.

Los resultados de la OCT del OD se encuentran alterados, por otro lado, los resultados del OI están dentro de la normalidad. En el mapa de espesores encontramos que para el OD se encuentran aproximadamente sobre las 160  $\mu\text{m}$  de espesor, por debajo de los valores esperados (Valor de normalidad entre 175-300 $\mu\text{m}$ ). En el OI, los espesores son mayores y se encuentran aproximadamente sobre 175  $\mu\text{m}$ , dentro de los valores esperados.

Los valores de la tabla de datos, considera una relación C/D de 0.79 para el OD y 0.71 para el OI, ambas excavaciones anormales.

La gráfica de espesores muestra que las afectaciones del OD son mayores en el cuadrante superior, inferior y nasal. La gráfica de espesores del OI, no muestra alteraciones.

#### 4. Paquimetría ultrasónica:

Ojo examinado	Espesor corneal central ( $\mu\text{m}$ )
OD	476
OI	485

Tabla 4. Registro de la paquimetría de AO.

Los resultados de la paquimetría indican que el paciente tiene un espesor corneal central por debajo de los valores de normalidad (Valor de normalidad entre 540 – 580  $\mu\text{m}$ ). Por tanto, este factor podría alterar los resultados de las tonometrías realizadas. Se deberá tener en cuenta siempre que se le realice una tonometría de Goldmann.

#### 5. Campimetría computarizada:

Se realiza la campimetría computarizada 24-2 SITA – Standard con un estímulo II blanco sobre blanco (B-B) para cada ojo.

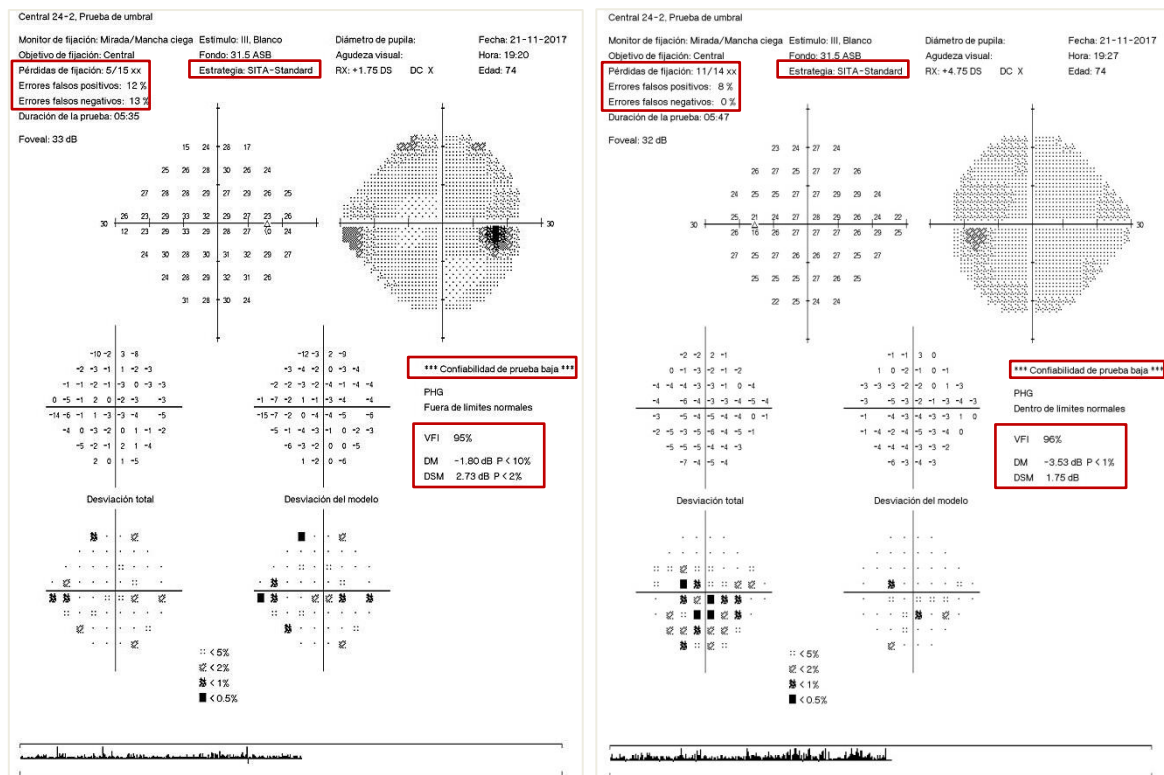


Ilustración 4 i 5. Registro del Campo visual OD (a) y del OI (b).

Los resultados de la campimetría están alterados en ambos ojos. Aun así, es importante tener en cuenta que se observa valores alterados en los índices de fiabilidad, concretamente en las pérdidas de fijación, en ambas campimetrías este índice está

marcado con el símbolo “XX”, que indican que las pérdidas de fijación durante la prueba han sido superiores al 20%.

Los índices globales de campo en el OD también están alterados. El valor de la desviación media (DM) es elevado según los valores esperados, observamos que el índice va acompañado de un valor de probabilidad ( $P < 10\%$ ), indicando que el valor obtenido por el paciente está fuera del 90% de la población de la misma edad. El valor de desviación estándar media (DSM) también es elevado, según los valores esperados, el valor de probabilidad ( $P < 2\%$ ), indicando la probabilidad de escotomas. El mapa de grises del OD, corrobora la existencia de un escotoma superior y con escalón nasal.

El OI, también muestra un valor de desviación media (DM) elevado, observamos que el índice va acompañado de un valor probabilidad ( $P < 1\%$ ), indicando que el valor obtenido por el paciente está fuera del 99% de la población de su misma edad. Por otro lado, el mapa de grises del OI muestra un escotoma inferior incipiente.

▪ **Conclusión del caso:**

En algunos casos, los tratamientos tópicos o sistémicos no son suficientes para reducir la hipertensión ocular. En este caso clínico se pone de manifiesto que los tratamientos tópicos que se prescriben no hacen el efecto que cabría esperar sobre PIO. Por este motivo se decide hacer una iridectomía periférica en ambos ojos. De forma sorprendente, tras la iridectomía periférica con láser Yag, la PIO del paciente aumenta de forma exponencial en ambos ojos, planteándose un nuevo tratamiento, y se decidió en este caso realizar una esclerectomía profunda no perforante junto a la implantación de un dispositivo ESNOPER en ambos ojos. En controles posteriores se ha visto que ha sido el tratamiento más efectivo, ya que ha permitido controlar la PIO.

## 5.4. Caso clínico nº4. Glaucoma primario de ángulo abierto.

### ▪ Presentación del caso:

Mujer caucásica de 82 años diagnosticada de glaucoma primario de ángulo abierto bilateral, diagnosticada desde el 2001. Y actualmente, el glaucoma se encuentra en un estado muy avanzado, en tratamiento con Xalatan y Alphagan (este último desde hace dos meses). Acude a la clínica de urgencias refiriendo irritación y escozor en AO. Se considera una posible reacción a Alphagan y se le retira del tratamiento por el momento. A nivel de antecedentes familiares, la paciente padece una cardiopatía la cual contraindica el uso de betabloqueantes, tratada con Sintron. La paciente fue intervenida en 2003 de un desgarro en la retina del OD. En 2008 se le realiza, una cirugía combinada, facomulsificación de cataratas en OD con la introducción de una lente intraocular monofocal y una trabeculectomía con la implantación de un dispositivo Esnoper en ambos ojos. En 2013, se le opera de facoemulsificación de cataratas en el OI.

Actualmente, la paciente presenta la PIO de ambos ojos muy controlada sin tratamiento de ningún tipo, a pesar de esto, los defectos del campo visual del OD están aumentando. La PIO: 6/15mmHg y su refracción actual es: OD: 125°-0.75+0.75 AV: 1.0 // OI: 75°-1.00 AV: 0.9 Add:+3.00D. La paciente se remite al cardiólogo para la realización de prueba Holter 24h<sup>(1)</sup>, se sospecha de que la progresión en el campo visual del OD podría explicarse por una baja presión en el nervio óptico relacionada con la hipotensión arterial nocturna.

<sup>(1)</sup>**Prueba Holter 24h:** Máquina que registra el ritmo cardíaco de forma continuada durante 24 o 48h (62)

### ▪ Exploración optométrica preliminar 2017:

Pruebas preliminares	OD	OI
2003	Rx: 90°-0.50+2.00 AV <sub>VL</sub> : 0.95 Add: +2.50D PIO: 27mmHg	Rx: 70°-0.50+1.75 AV <sub>VL</sub> : 0.95 Add: +2.50D PIO: 27mmHg
2017	Rx: 125°-0.75+0.75 AV <sub>VL</sub> : 1.0 Add: +3.00D PIO: 6mmHg	Rx: OI: 75°-1.00 AV <sub>VL</sub> : 0.9 Add: +3.00D PIO: 15mmHg

Tabla 1. Resultados de las pruebas preliminares de ambos ojos.



▪ **Seguimiento de exploraciones optométricas complementarias 2017:**

Actualmente, se le realizan revisiones oftalmológicas de control cada seis meses, en las que se valora la progresión de las pruebas de salud visual más relevantes para este caso.

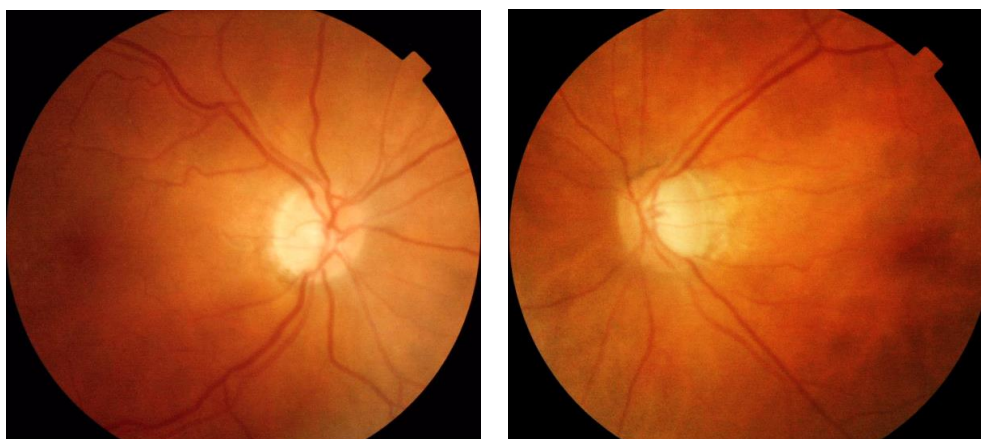
**1. Gonioscopía:**

Exploración	OD	OI
Ángulo	III	III
Cámara Anterior	G III	G III
Disposición iris	Iris regular	Iris regular
Pigmento	+	+

*Tabla 2. Resultados de la gonioscopía de ambos ojos (Sistema APIC)*

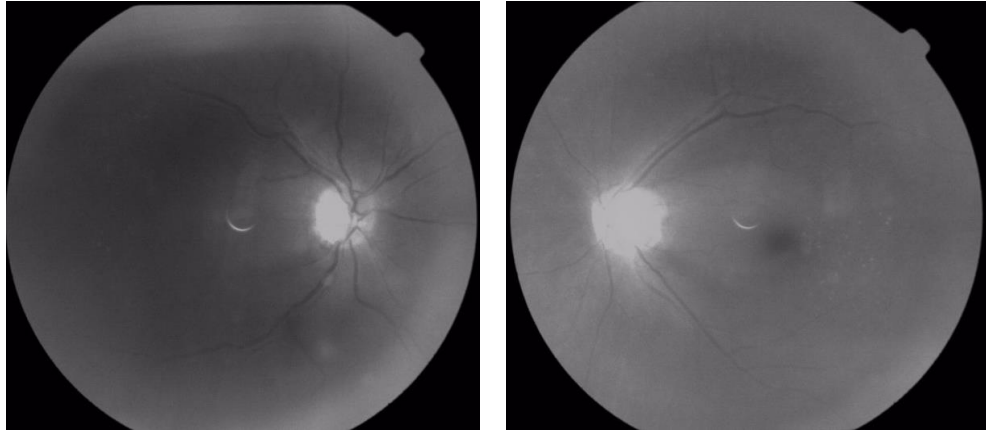
Los resultados de la gonioscopía indican un ángulo iridocorneal abierto, además, de una cámara anterior profunda en ambos ojos. La paciente presenta u iris regular. Hay presencia mínima de pigmento en ambos ojos.

**2. Retinografía del nervio óptico y capa de fibras ganglionares de la retina:**



*Ilustración 1. Retinografías del nervio óptico. (a) OD; (b) OI.*

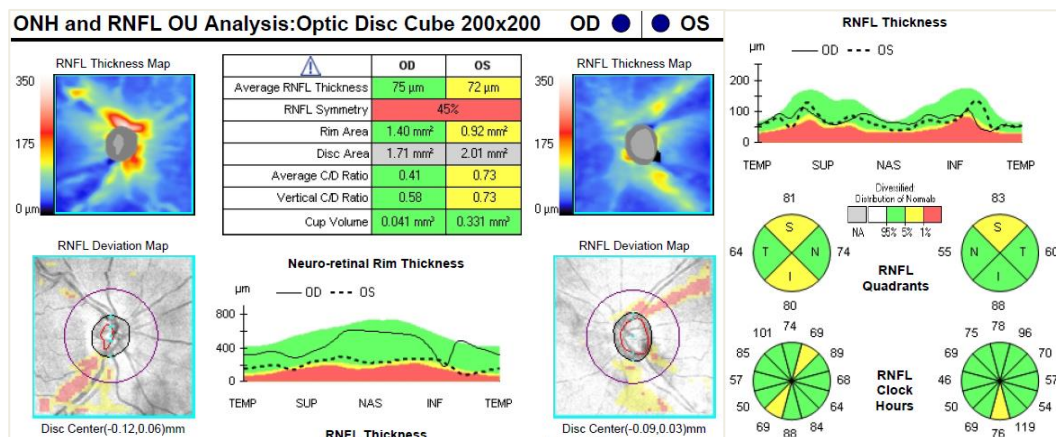
Las retinografías de ambos ojos muestran signos de una papila glaucomatosa. La relación C/D es aproximadamente 0.5 en OD y de 0.6 en OI. A pesar de que el tamaño de la copa de la papila óptica no es excesivamente grande, los vasos sanguíneos salen de la papila alejados del centro. La mácula se aprecia contrastada y la retina parece estar dentro de la normalidad en ambos ojos. No se aprecian hemorragias en ningún ojo.



*Ilustración 2. Retinografías de la capa de fibras nerviosas de la retina de AO. (a) OD; (b) OI.*

La retinografía con el filtro azul, muestra una pérdida importante de la capa de fibras nerviosas de ambos ojos. Por otro lado, a pesar de que la calidad de las imágenes no es muy buena, se puede determinar que la pérdida de fibras del OD parece mayor que la del OI.

### 3. Tomografía de coherencia óptica de segmento posterior (OCT de CFNR):



*Ilustración 3. Registro de la Tomografía de coherencia óptica de la capa de fibras nerviosas de la retina de ambos ojos.*

Los resultados de la OCT de ambos ojos se encuentran alterados. Por otro lado, el OI parece estar más alterado que el OD. En el mapa de espesores observamos que los espesores de la capa de fibras nerviosas de la retina del OD se encuentran aproximadamente sobre las 180-190  $\mu\text{m}$  de espesor. En el OI, los espesores son inferiores a 160  $\mu\text{m}$  de espesor. Los valores de ambos ojos se encuentran por debajo de los esperados (Valor de normalidad entre 175-300 $\mu\text{m}$ ).

Los valores de la tabla de datos del OD, consideran una relación C/D de 0.41 y 0.73 para el OI. La simetría entre las papilas de los dos ojos es del 45%, el cual determina una diferencia considerable. La gráfica de espesores muestra que las afectaciones del OD son mayores en los cuadrantes superior e inferior, sin clasificarlas como una pérdida muy importante. Por otro lado, las afectaciones del OI son mayores en el cuadrante superior.

#### 4. Campimetría computarizada:

Se realiza una campimetría computarizada 24-2 SITA-Standard con un estímulo III blanco sobre blanco (B-B) para cada ojo.

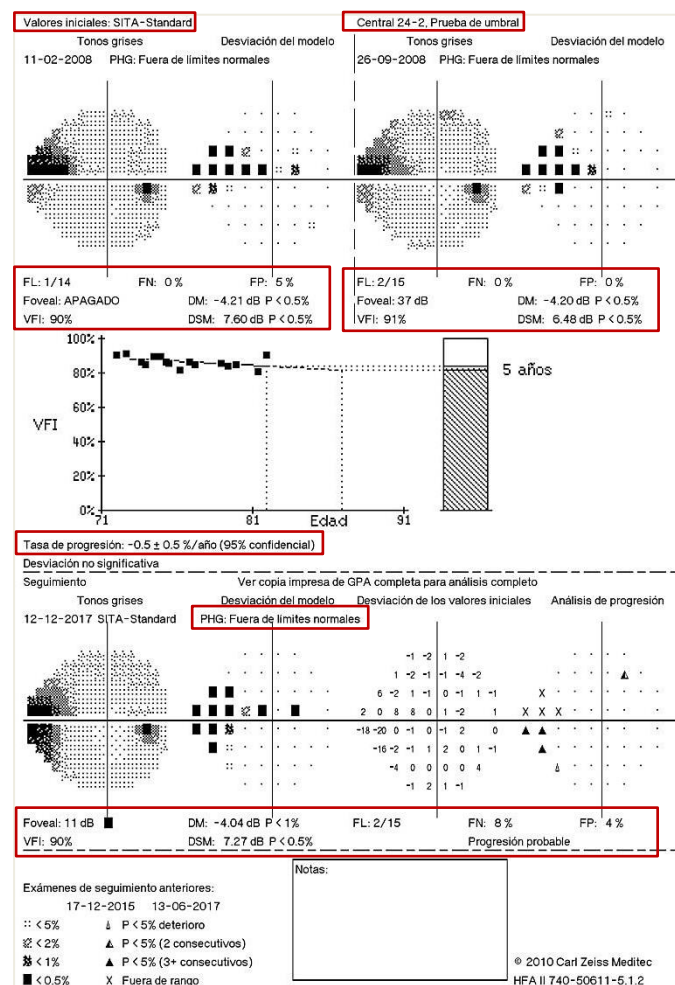


Ilustración 4. Registro del Campo visual OD.

Los resultados del campo visual del OD están fuera de los límites de normalidad. Los índices de fiabilidad son correctos. Los índices globales de campo no están dentro de la normalidad, el valor de desviación media (DM) es elevado según los valores esperados, valor de probabilidad ( $P < 1\%$ ), indicando que el valor obtenido por el paciente está fuera del 99% de la población de la misma edad. El valor de desviación estándar media

(DSM) también es elevado, según los valores esperados, valor de probabilidad ( $P < 0.5\%$ ), indicando la probabilidad de escotomas. El mapa de grises confirma la presencia del escalón nasal-superior con tendencia arciforme. Con todo esto junto a la gráfica que indica la tasa de progresión:  $-0.5 \pm 0.5\%$  / año. Podemos determinar que existe mejoría respecto los últimos campos visuales.

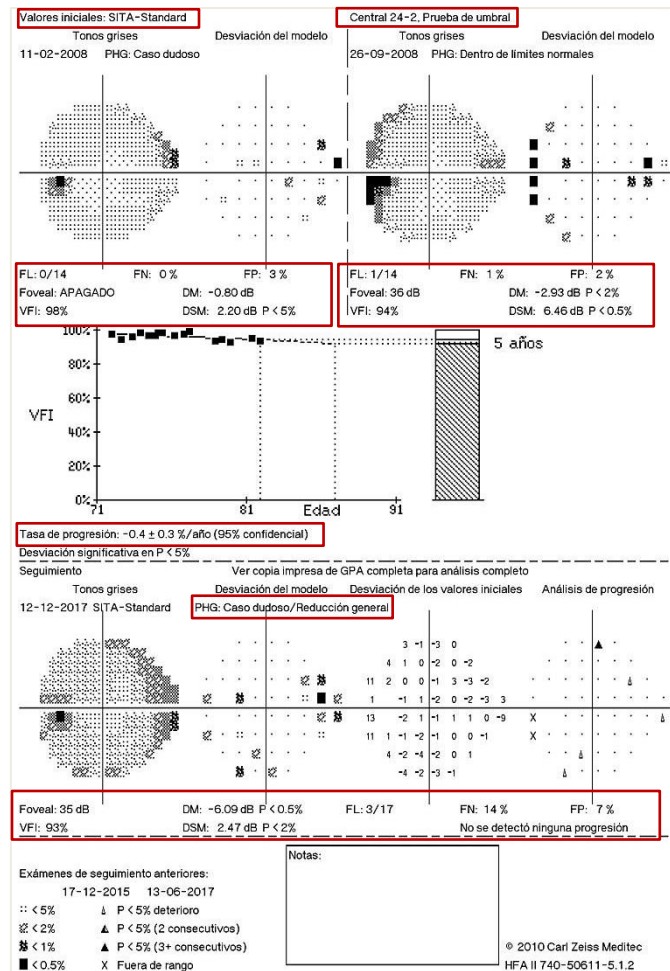


Ilustración 5. Registro del Campo visual OI.

Los resultados del campo visual del OI se consideran dudosos por reducción general. Los índices de fiabilidad son correctos. Los índices globales de campo no están dentro de la normalidad, el valor de desviación media (DM) es elevado según los valores esperados, valor de probabilidad ( $P < 0.5\%$ ), indicando que el valor obtenido por el paciente está fuera del 95% de la población de la misma edad. El valor de desviación estándar media (DSM) también es elevado, según los valores esperados, valor de probabilidad ( $P < 2\%$ ), indicando la probabilidad de escotomas. El mapa de grises confirma la presencia del escalón nasal-superior incipiente. Con todo esto junto a la

gráfica que indica la tasa de progresión:  $-0.4 \pm 0.3\%$  / año. Podemos determinar que se encuentra estable.

- **Conclusión del caso**

Este caso es ciertamente algo peculiar. Las pruebas de imagen como la retinografía y la OCT de CFNR parecen indicar que la mayor afectación se encuentra en el OI. Por otro lado, los resultados del campo visual muestran todo lo contrario. En el OD se observa un escotoma con tendencia a arciforme que parece que empeoraba hasta el momento. Por otro lado, la hipótesis que relaciona la hipotensión arterial nocturna con el empeoramiento del campo visual, a pesar de que los valores de la PIO en ambos ojos son correctos no está del todo resuelta. Aun así, parece un argumento sólido.

Existen casos en los que tratamiento quirúrgico pasa a ser la primera opción de tratamiento, como en este caso clínico. Esta opción es una buena opción, aun así, deben contemplarse los riesgos que conlleva.

## 6. Conclusiones

Tras la realización del presente trabajo que versa sobre el glaucoma, puedo indicar que para poder realizar un buen diagnóstico y un buen seguimiento de esta neuropatología, es fundamental realizar pruebas de salud visual.

Como se ha visto a lo largo de esta memoria, actualmente, existen una gran variedad de pruebas diagnósticas que ayudan en la realización de diagnóstico. Además, permiten la realización de diagnósticos más fiables. Las pruebas de salud visual más relevantes son las siguientes: Tonometría de Goldmann, paquimetría ultrasónica, gonioscopía, retinografía, campimetría computarizada y tomografía de coherencia óptica (de segmento anterior y de segmento posterior).

El impacto de esta neuropatología a nivel mundial es muy elevado. Por ese motivo, considero que es muy importante concienciar a la población de los riesgos de no realizarse revisiones anuales para controlar estas alteraciones.

Los casos clínicos presentados demuestran la importancia de un buen seguimiento de la salud ocular para controlar posibles alteraciones visuales que pueden pasar desapercibidas.

Entre los cuatro casos elegidos, existe un denominador común, el uso de pruebas complementarias de salud visual para la prevención, seguimiento y diagnóstico del glaucoma son muy efectivas.

Conocer a fondo las pruebas de salud visual tanto desde un punto de vista teórico como práctico es imprescindible para realizar un buen diagnóstico y seguimiento del glaucoma.

Considero que de las seis pruebas desarrolladas, cuatro de ellas son imprescindibles en el glaucoma debido a la gran cantidad de información que aportan del estado de esta patología.

- **Tonometría de Goldmann:** Conocer los valores de la PIO del paciente es fundamental para la valoración del tratamiento en pacientes con glaucoma o con riesgo de sufrirlo.
- **Retinografía:** Conocer el estado del fondo de ojo aporta mucha información sobre el estado de salud del paciente.

- **Campimetría computarizada:** Aporta información fundamental sobre la extensión del defecto campimérico y la progresión que produce a lo largo del tiempo esta patología.
- **Gonioscopía:** Aporta información muy valiosa sobre el estado anatómico del segmento anterior. Además, permite clasificar el tipo de glaucoma del que se trata de forma dinámica.

Aun así, puedo decir que todas las pruebas diagnósticas expuestas tienen ventajas, ya sea a nivel de calidad de imagen, software, tiempo de examen, entre otras cosas.

Concluido este trabajo afirmando el importante papel que juegan las pruebas complementarias en la optometría, y que gracias a los avances tecnológicos cada día se conoce mejor esta patología y puede ser diagnosticada y seguida de manera más eficaz.

## **7. Implicaciones éticas, legales y de protección de datos**

Durante la realización de este trabajo se ha respetado la “Ley Orgánica 15/1999, del 14 de diciembre, de la Protección de Datos de Carácter Personal”.

(<http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1999-25750>)

También se han cumplido todas las implicaciones éticas y sociales ligadas a la competencia transversal “compromiso ético y social”.



## 8. Bibliografía

1. Jonas JB, Aung T, Bourne RR, Bron AM, Ritch R, Panda-Jonas S. Glaucoma. *The Lancet*. 2017;1–11.
2. Glaucoma [Internet]. [cited 2017 Oct 1]. Available from: <https://www.aoa.org/patients-and-public/eye-and-vision-problems/glossary-of-eye-and-vision-conditions/glaucoma>
3. Instituto Oftalmológico Granada. Glaucoma - IOG [Internet]. [cited 2017 Oct 25]. Available from: <http://www.ofthalmogranada.com/glaucoma.html>
4. Instituto de microcirugía ocular. Glaucoma | IMO [Internet]. [cited 2017 Oct 25]. Available from: <https://www.imo.es/es/glaucoma>
5. Giangiacomo A, Coleman AL. The epidemiology of glaucoma. *J Fr Ophtalmol*. 2005;28 Spec No:2S9-S2S12.
6. Cook C, Foster P. Epidemiology of glaucoma: What's new? *Can J Ophthalmol* [Internet]. 2012;47(3):223–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cjjo.2012.02.003>
7. Neil T. Choplin CET. *Atlas of Glaucoma, Third Edition*. Press C, editor. 2014. 362 pàgines.
8. Oftalmologia-online - Humor Acuoso [Internet]. [cited 2017 Oct 30]. Available from: <https://www.ofthalmologia-online.es/anatomía-del-globo-ocular/humor-acuoso/>
9. Marvin Barahona. Hidrodinámica del humor acuoso [Internet]. [cited 2017 Sep 30]. Available from: [https://es.slideshare.net/Marvin\\_Barahona/7-hidrodinmica-del-humor-acuoso](https://es.slideshare.net/Marvin_Barahona/7-hidrodinmica-del-humor-acuoso)
10. OMS | Factores de riesgo. WHO [Internet]. 2011 [cited 2017 Nov 6]; Available from: [http://www.who.int/topics/risk\\_factors/es/](http://www.who.int/topics/risk_factors/es/)
11. Clement CI, Bhartiya S, Shaarawy T. ScienceDirect New perspectives on target intraocular pressure. *Surv Ophthalmol* [Internet]. 2014;59(6):615–26. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.survophthal.2014.04.001>
12. Ferre SC. *Visum. Diez cuestiones básicas del glaucoma*. 1919;
13. Glaucoma: factores de riesgo | Admira Visión [Internet]. [cited 2017 Nov 13]. Available from: <http://www.admiravision.es/es/articulos/divulgacion/articulo/glaucoma-factores-riesgo#.WgoBm2jWzIU>
14. Tipos de glaucoma | Glaucoma Research Foundation [Internet]. [cited 2017 Oct 2].



Available from: <http://www.glaucoma.org/es/tipos-de-glaucoma.php>

15. *Glaucoma de ángulo cerrado, respuestas simples a mecanismos complejos (Parte II) - Artículos - IntraMed [Internet]. [cited 2017 Oct 6]. Available from: <http://www.intramed.net/contenidover.asp?contenidoID=65468>*
16. *Clave P. Síndrome de dispersión pigmentaria ». 1981;*
17. *Síntomas y el riesgo de dispersión pigmentaria - American Academy of Ophthalmology [Internet]. [cited 2017 Nov 28]. Available from: <https://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/sindrome-de-dispersion-pigmentaria-sintomas-riesgo>*
18. *César J, Moreno V, Hugo V, Reyes E, Patricia De La L, Andrade L, et al. Artículo de revisión Síndrome . Epidemiología, fisiopatología , diagnóstico y tratamiento. Rev Esp Méd Quir Vol [Internet]. 2013 [cited 2017 Mar 2];18(2). Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/473/47327854012.pdf>*
19. *Iridocorneal Endothelial Syndrome and Secondary Glaucoma - EyeWiki [Internet]. [cited 2017 Oct 9]. Available from: [http://eyewiki.aao.org/Iridocorneal\\_Endothelial\\_Syndrome\\_and\\_Secondary\\_Glaucoma](http://eyewiki.aao.org/Iridocorneal_Endothelial_Syndrome_and_Secondary_Glaucoma)*
20. *Marvin Barahona. Síndrome iridocorneal endotelial [Internet]. [cited 2017 Oct 9]. Available from: [https://es.slideshare.net/Marvin\\_Barahona/sndrome-iridocorneal-endotelial](https://es.slideshare.net/Marvin_Barahona/sndrome-iridocorneal-endotelial)*
21. *Glaucoma neovascular - Instituto Oftalmológico Fernández Vega [Internet]. [cited 2017 Nov 29]. Available from: <https://www.fernandez-vega.com/especialidades/glaucoma/glaucoma-neovascular>*
22. *Oftalmoseo: Glaucoma neovascular [Internet]. [cited 2017 Nov 29]. Available from: <https://www.oftalmoseo.com/patologias-frecuentes-2/glaucoma-neovascular/>*
23. *Traumatic Glaucoma | Glaucoma Research Foundation [Internet]. [cited 2017 Nov 28]. Available from: <https://www.glaucoma.org/glaucoma/traumatic-glaucoma.php>*
24. *Corticoides: efectos secundarios oculares. Más Dermatol [Internet]. 2012 [cited 2017 Nov 20];17:18–21. Available from: <http://www.masdermatologia.com/PDF/0107.pdf>*
25. *Glaucoma congénito | IMO [Internet]. [cited 2017 Oct 8]. Available from: <https://www.imo.es/es/glaucoma-congenito#>*
26. *Asociación D.O.C.E. Artículo científico acerca del glaucoma congénito con herencia recesiva ligada al sexo. Discapacidad visual D.O.C.E. (DISCAPACITADOS OTROS CIEGOS DE ESPAÑA) [Internet]. 2015 [cited 2017 Nov 22]. Available from: <https://asociaciondoce.com/2015/11/11/articulo-cientifico-acerca-del-glaucoma->*

*congenito-hereditario-con-herencia-recesiva-ligada-al-sexo/*

27. *Infant congenital glaucoma | Rebrn.com [Internet]. [cited 2017 Nov 22]. Available from: <http://rebrn.com/re/infant-congenital-glaucoma-70579/>*
28. *Javier González-Cavada Benavides. Atlas de lámpara de hendidura y lentes de contacto. Biomicroscopía ocular. GRUPO ICM. Madrid; 2015.*
29. *Técnica de Van Herick - Información de Ópticas [Internet]. [cited 2017 Nov 29]. Available from: <https://www.informacionopticas.com/tecnica-de-van-herick/>*
30. *Tonometría Ocular [Internet]. [cited 2017 Dec 18]. Available from: <https://www.provisu.ch/es/enfermedades-mas-frecuentes/tonometria-ocular.html>*
31. *Colás-Tomás T, Prieto-Del Cura M, Villafruela-Güemes I, Clariana-Martín A, Valdivia-Pérez A. Comparación de tonómetro de contorno dinámico, Goldmann y neumotonómetro en pacientes con hipertensión ocular y su relación con la paquimetría y amplitud del pulso ocular. Arch Soc Esp Oftalmol [Internet]. 2012;87(12):401–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.oftal.2012.05.004>*
32. *Ehlers N, Bramsen T, Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. Acta Ophthalmol Scand. 1975;5(512):34–43.*
33. *Tonómetro de Goldmann [Internet]. [cited 2017 Dec 20]. Available from: <http://blogs.sld.cu/elierortiz/tag/tonometro-de-goldmann/>*
34. *Catherin Chango. Tonometría [Internet]. Slide Share. [cited 2017 Dec 22]. Available from: <https://www.slideshare.net/CatherinChango/27-tonometria>*
35. *pro visu. Tonometría Ocular [Internet]. [cited 2017 Dec 22]. Available from: <https://www.provisu.ch/es/enfermedades-mas-frecuentes/tonometria-ocular.html>*
36. *Paquimetría | Admira Visión [Internet]. [cited 2017 Dec 22]. Available from: [http://www.admiravision.es/es/articulos/pruebas-diagnosticas/articulo/paquimetria#.Wj1sWN\\_ibIU](http://www.admiravision.es/es/articulos/pruebas-diagnosticas/articulo/paquimetria#.Wj1sWN_ibIU)*
37. *Paquimetría, prueba oftalmológica - canaSalud | Canal Salud [Internet]. [cited 2017 Dec 23]. Available from: <https://www.salud.mapfre.es/pruebas-diagnosticas/oftalmologicas-pruebas/paquimetria/>*
38. *Carratalá Ferre S. Gonioscopia: examen diagnóstico para glaucoma. Gac Optom y óptica oftálmica. 2011;(462):18–24.*
39. *Cinco pruebas comunes para el glaucoma | Glaucoma Research Foundation [Internet]. [cited 2017 Dec 27]. Available from: <https://www.glaucoma.org/es/cinco-pruebas-comunes-para-el-glaucoma.php>*

40. 3. gonioscopia [Internet]. [cited 2017 Dec 28]. Available from: [https://es.slideshare.net/Marvin\\_Barahona/3-gonioscopia](https://es.slideshare.net/Marvin_Barahona/3-gonioscopia)
41. Almeida HG de, Suzuki Junior ER, Sakata LM, Torres RJ de A. Gonioscopia: proposta de classificação (APIC). Rev Bras Oftalmol [Internet]. 2010 Oct [cited 2018 Jan 2];69(5):332–41. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-72802010000500011&lng=pt&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72802010000500011&lng=pt&nrm=iso&tlng=en)
42. Retinografía | Institut de la Màcula [Internet]. [cited 2018 Jan 5]. Available from: <http://www.institutmacula.com/procedimiento/retinografia/>
43. Retinografía ¿Qué es? ICO - Institut Comtal d'Oftalmologia [Internet]. [cited 2018 Jan 5]. Available from: <https://www.icoftalmologia.es/es/tecnologias-de-diagnostico-y-tratamiento/retinografia>
44. ¿Qué es la RETINOGRAFÍA? [Internet]. [cited 2018 Jan 5]. Available from: <http://www.clinica-aver.com/blog/que-es-la-retinografia/>
45. La regla ISNT y la diferencia entre ojos normales y con glaucoma - Artículos - IntraMed [Internet]. [cited 2018 Jan 7]. Available from: <http://www.intramed.net/contenidover.asp?contenidoID=45937>
46. ¿Qué es el campo visual? | IMO [Internet]. [cited 2018 Jan 8]. Available from: <https://www.imo.es/es/que-es-campo-visual>
47. Feder RS, Olsen TW, Prum BE, Summers CG, Olson RJ, Williams RD, et al. Comprehensive Adult Medical Eye Evaluation Preferred Practice Pattern(®) Guidelines. Ophthalmology [Internet]. 2016 Jan [cited 2018 Jan 8];123(1):P209-36. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26581558>
48. ¿Qué es la Campimetría o Campo visual? - ICOftalmología [Internet]. [cited 2018 Jan 8]. Available from: <https://www.icoftalmologia.es/es/tecnologias-de-diagnostico-y-tratamiento/campimetria-campo-visual>
49. Aguirre DM. CAMPO VISUAL HUMPHREY PERIMETRÍA. [cited 2018 Jan 9]; Available from: <http://www.glaucomasampaulesi.com/files/clases-online/dig/dia2/8 Campo Visual Humphrey.pdf>
50. Alteraciones del campo visual | Tu Optometrista [Internet]. [cited 2018 Jan 8]. Available from: <http://www.tuoptometrista.com/deteccion/alteraciones-del-campo-visual/>
51. ¿Qué es una tomografía de coherencia óptica? - American Academy of Ophthalmology

- [Internet]. [cited 2018 Jan 10]. Available from: <https://www.aao.org/salud-ocular/tratamientos/tomografia-de-coherencia-optica>
52. *OCT Glaucoma: ¿Qué es? ¿Dónde puedo realizarla? - ICO Barcelona.* [Internet]. [cited 2018 Jan 10]. Available from: <https://www.icoftalmologia.es/es/tecnologias-de-diagnostico-y-tratamiento/tomografia-de-coherencia-glaucoma>
  53. Rosenberg BYLF, Cahill C. *TOMOGRAPHY AS A.* 2016;(June):49–51.
  54. *Diagnóstico por OCT, un gran avance oftalmológico.* [Internet]. [cited 2018 Jan 10]. Available from: <https://cuidatuvista.com/oct-retina-glaucoma-salud-visual/>
  55. Bussel II, Wollstein G, Schuman JS. *OCT for glaucoma diagnosis , screening and detection of glaucoma progression.* 2014;98(Suppl II):15–9.
  56. *OCT – Centro Oftalmologico Dr. Daniel Charles S.A.* [Internet]. [cited 2018 Jan 10]. Available from: [http://centrocharles.com.ar/?page\\_id=1671](http://centrocharles.com.ar/?page_id=1671)
  57. Chauhan DS, Marshall J. *The interpretation of optical coherence tomography images of the retina.* Invest Ophthalmol Vis Sci [Internet]. 1999 Sep [cited 2018 Jan 10];40(10):2332–42. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10476800>
  58. Fernández-Vigo JI, Fernández-Vigo C, Martínez De La Casa JM, Sáenz-Francés F, Santos-Bueso E, García Feijóo J, et al. *Identificación de estructuras del ángulo iridocorneal mediante tomografía de coherencia óptica de dominio Fourier.* Arch Soc Esp Oftalmol. 2016;91(2):74–80.
  59. *Dr. Carlos Arciniegas - Especialista en implante XEN - ICOftalmología* [Internet]. [cited 2018 Jan 11]. Available from: <https://www.icoftalmologia.es/es/noticias/cirugia-glaucoma-implante-xen>
  60. Michelessi M, Lindsley K. *Peripheral iridotomy for pigmentary glaucoma.* In: Michelessi M, editor. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2016.
  61. *Esclerectomía profunda no perforante | IMO* [Internet]. [cited 2018 Jan 11]. Available from: <https://www.imo.es/es/esclerectomia-profunda-no-perforante>
  62. *Monitor Holter (24 horas): MedlinePlus enciclopedia médica* [Internet]. [cited 2018 Jan 11]. Available from: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003877.htm>
  63. *Simposium Complicaciones en Oftalmología* [Internet]. [cited 2017 Nov 29]. Available from: <http://drpinos.es/simposium-complicaciones-oftalmologia/>
  64. *La lámpara de hendidura - Ocularis* [Internet]. [cited 2017 Nov 29]. Available from: <https://ocularis.es/41/>

65. *File:Goldmann mires.jpg - Wikimedia Commons [Internet]. [cited 2017 Dec 22]. Available from: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Goldmann\\_mires.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Goldmann_mires.jpg)*
66. *Kim DY, Sung KR, Kang SY, Cho JW, Lee KS, Park SB, et al. Characteristics and reproducibility of anterior chamber angle assessment by anterior-segment optical coherence tomography. Acta Ophthalmol [Internet]. 2011 Aug [cited 2017 Dec 22];89(5):435–41. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1755-3768.2009.01714.x>*
67. *Paquímetro / paquimetría ultrasónica / de mesa - Pachte 4 - DGH Technology [Internet]. [cited 2017 Dec 23]. Available from: <http://www.medicalexpo.es/prod/dgh-technology/product-78171-718925.html>*
68. *Fundamentos da Gonioscopia - | Revista Digital SBG [Internet]. [cited 2018 Jan 2]. Available from: <http://revista.sbglaucoma.com.br/fundamentos-da-gonioscopia>*
69. *Diagnóstico Ocular - Info [Internet]. [cited 2017 Dec 28]. Available from: <http://doargentina.com.ar/estudios.html>*
70. *Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. Revista cubana de medicina general integral. Editorial Ciencias Médicas; 1985.*
71. *File:Fundus photograph of a healthy right eye (OD) from a myopic Asian male patient. Age 23.png - Wikimedia Commons [Internet]. [cited 2018 Jan 5]. Available from: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fundus\\_photograph\\_of\\_a\\_healthy\\_right\\_eye\\_\(OD\)\\_from\\_a\\_myopic\\_Asian\\_male\\_patient.\\_Age\\_23.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fundus_photograph_of_a_healthy_right_eye_(OD)_from_a_myopic_Asian_male_patient._Age_23.png)*
72. *EXPLORACIÓN FUNCIONAL DEL NERVIÓ ÓPTICO MEDIANTE CAMPIMETRÍA [Internet]. [cited 2018 Jan 8]. Available from: <https://es.slideshare.net/ElviraLopezArroquia/exploracin-funcional-del-nervio-ptico-mediante-campimetra>*
73. *CWsne2ZWIAE\_imX.jpg (500×720) [Internet]. [cited 2018 Jan 8]. Available from: [https://pbs.twimg.com/media/CWsne2ZWIAE\\_imX.jpg](https://pbs.twimg.com/media/CWsne2ZWIAE_imX.jpg)*
74. *Viadé Riart J. Campimetría para perimetristas. Simposium MSD [Internet]. Available from: <https://1drv.ms/p/s!Aq0C7OYn7kWNi36JA7PcTRuYZ0eY>*
75. *Optical Coherence Tomography in Age-related Macular Degeneration | www.amdbook.org [Internet]. [cited 2018 Jan 10]. Available from: <http://amdbook.org/content/optical-coherence-tomography-age-related-macular-degeneration>*